

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO DE UN CONDUCTOR PROGRESIVO  
PARA ACCIONAMIENTO DE UN  
MOLINO DE BOLAS DE 525 kW.**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

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

***FERNANDO CRISÓGONO POMA ROBLES***  
***PROMOCION 1997-I***

**LIMA – PERU**  
**2013**

*A mi madre Olinda, por todo su cariño y amor, por sus enseñanzas, por su fuerza.*

*A Claudia, mi esposa, por todo su apoyo y paciencia, por su amor.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A Dios por todas las bendiciones y regalos que me ha dado en esta vida, por su protección.*

*A la UNI, mi Alma Máter, por mi formación en esta fascinante profesión.*

*El Autor.*

## **INDICE**

PROLOGO	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1. OBJETIVO	4
1.2. ALCANCE	5
<b>2. LA MINERÍA</b>	<b>6</b>
2.1. PROCESAMIENTO DE MINERALES	6
2.1.1. Explotación minera	7
2.1.2. Trituración	7
2.1.3. Molienda	8
2.1.4. Cribado	8
2.1.5. Clasificación	8
2.1.6. Concentración	9
2.1.7. Sedimentación	10
2.1.8. Filtración	11
2.2. EL MOLINO DE BOLAS	12
2.2.1. Partes y componentes	14
2.2.2. Tipos de Molino de Bolas	15
2.2.3. Paradas y mantenimiento del Molino	16
2.2.4. Cambio de Revestimientos	17
<b>3. EL CONDUCTOR PROGRESIVO</b>	<b>18</b>
3.1. UNIDAD MOTRIZ	20
3.2. UNIDAD DE PODER HIDRÁULICO	22
3.3. FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN	24

<b>4.</b>	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	<b>28</b>
4.1.	SISTEMA HIDROSTÁTICO	28
4.1.1.	Bomba hidráulica	31
4.1.2.	Motor hidráulico	32
4.1.3.	Intercambiador de Calor	33
4.1.4.	Válvulas	33
4.1.5.	Tanque de Aceite	34
4.1.6.	Filtros	34
4.1.7.	Otros componentes hidráulicos	34
4.2.	REDUCTOR PLANETARIO	35
4.2.1.	Partes y componentes	36
4.2.2.	Selección de Reductores	37
4.3.	COMPONENTES ESTRUCTURALES	38
4.3.1.	Método de Elementos Finitos (FEM)	38
4.3.2.	Proceso de Soldadura	41
<b>5.</b>	<b>SELECCIÓN DE COMPONENTES</b>	<b>42</b>
5.1.	DATOS DE ENTRADA Y CÁLCULOS INICIALES	43
5.2.	SELECCIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES	44
5.2.1.	Reductor Planetario	44
5.2.2.	Motor hidráulico	47
5.2.3.	Bomba hidráulica	49
5.2.4.	Motor Eléctrico	50
5.3.	SELECCIÓN DE COMPONENTES HIDRÁULICOS	51
5.3.1.	Intercambiador de Calor	53
5.3.2.	Tanque de Aceite	53
5.3.3.	Filtros	54
5.3.4.	Bloque de Válvulas	55
5.3.5.	Otros componentes hidráulicos	55
5.4.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO	57
5.4.1.	Sistema de Potencia	57
5.4.2.	Sistema de Control Eléctrico	57
5.4.3.	Sistema de Control Electrónico	58

<b>6. CÁLCULOS ESTRUCTURALES</b>	<b>59</b>
6.1. SOPORTE DEL REDUCTOR	60
6.1.1. Análisis FEM	60
6.2. ACOPLAMIENTO	63
6.2.1. Análisis FEM	64
6.2.2. Cálculo por Soldadura	66
6.3. PERNOS	67
6.3.1. Pernos del Reductor	67
6.3.2. Pernos del Acoplamiento	70
<b>7. COSTOS</b>	<b>71</b>
7.1. COSTO DE COMPONENTES	71
7.2. COSTO DE ELEMENTOS FABRICADOS	73
CONCLUSIONES	77
BIBLIOGRAFIA	79
PLANOS	81
ANEXOS	94

## PRÓLOGO

El auge de la Minería en las últimas décadas ha traído consigo el crecimiento de un gran sector industrial que está relacionado con ella y que ha permitido el desarrollo tecnológico en nuestra industria ya que muchas empresas han incursionado en el diseño y fabricación de equipos y maquinas que han respondido en forma satisfactoria a los requerimientos mineros, ésto representa una alternativa con ciertas ventajas respecto a los productos importados tales como: menor precio, menor tiempo de entrega, diseño a medida, mejor soporte técnico post-venta.

Una de estas máquinas es el **Conductor Progresivo**, que es un equipo auxiliar que se emplea en los molinos de bolas, dentro del procesamiento de minerales. En la empresa Powermatic S.A., donde laboro, se han diseñado, fabricado e instalado varios de estos equipos para diferentes unidades mineras y que han tenido un buen desempeño en su funcionamiento.

En el presente Informe de Suficiencia desarrollaremos el diseño del Conductor Progresivo realizando los cálculos y/o la selección, según sea necesario, de sus diversos elementos y componentes.

A continuación presentamos un breve resumen de cada uno de los capítulos en los que se ha dividido el presente informe.

En el Capítulo 1.- **Introducción** ubicamos a nuestro equipo dentro del ámbito de trabajo, describimos su aplicación e importancia, luego determinamos los objetivos: principal y específicos para finalmente definir los alcances del trabajo.

El Capítulo 2.- **La Minería** contiene una síntesis sobre el Procesamiento de Minerales; el Molino de Bolas, su clasificación, funcionamiento y partes que lo componen; al final describiremos en forma sucinta el mantenimiento de los molinos que es donde interviene nuestro equipo.

Presentaremos nuestra maquina en el Capítulo 3.- **El Conductor Progresivo**, donde conoceremos sus diversos sistemas, las diferentes partes que lo componen y el modo de funcionamiento y operación.

En el Capítulo 4.- **Fundamentos Teóricos** se mencionan los fundamentos para el cálculo y selección de los variados componentes de nuestra maquina agrupándolos dentro de los sistemas principales.

El Capítulo 5.- **Selección de Componentes** se iniciará con los datos de entrada y los cálculos iniciales, luego se realizarán la selección, según catálogo, de los componentes principales y los componentes hidráulicos, finalizaremos este capítulo con la descripción del sistema eléctrico.

Dentro del Capítulo 6.- **Cálculos Estructurales** se analizaran mediante el Método de Elementos Finitos los componentes estructurales principales y mediante Resistencia de Materiales algunos cordones de soldadura y los pernos críticos.

Finalmente, en el Capítulo 7.- **Costos** se calculará el costo total de fabricación del Conductor Progresivo, lo que nos permitirá tener una clara idea del precio final de la maquina.



## CAPITULO 1

### **INTRODUCCIÓN**

En la minería, la molienda es uno de los mas importantes procesos, en esta etapa se logra reducir el mineral hasta un tamaño lo suficientemente pequeño para pasar al siguiente proceso, el de flotación.

En la molienda, el molino es uno de los principales equipos y entre los diversos tipos que existen, el Molino de Bolas es uno de los más utilizados por ser eficientes y durables.

Durante las paradas de planta, una de las actividades que se realiza en los Molinos de Bolas es el cambio de los forros internos, éstos se desgastan con el uso y es necesario reemplazarlos cada 6 meses aproximadamente. Para la realización de este cambio se requiere que el molino gire lentamente ya sea a la derecha o a la izquierda, lo cual no se puede lograr con el sistema de accionamiento propio del molino pues éste gira a una velocidad fija mayor de la necesaria y en un solo sentido.

En la mayoría de plantas mineras de nuestro país, el cambio de forros se realiza moviendo el molino en forma artesanal, usando winches y cables, que no hacen seguro esta operación, es aquí donde surge la necesidad de implementar el uso de un equipo apropiado para esta actividad.

El **Conductor Progresivo** es un equipo mecánico de accionamiento hidráulico y control eléctrico que permite el movimiento controlado del molino de bolas, el equipo genera en su eje de salida un alto torque a bajas velocidades, nos permite regular la velocidad dentro de un rango determinado y cambiar el sentido de giro según la necesidad (horario y antihorario).

El nombre adoptado para nuestro equipo viene del inglés **Inching Drive** que es como se les conoce a estos tipos de equipos a nivel internacional, inclusive en nuestra minería es muy usada esta denominación. La palabra **Inching** (inch=pulgada) se puede traducir como: “pulgada a pulgada”, “poco a poco” o “paso a paso” mientras que **Drive** significa elemento conductor, impulsor o propulsor por lo que la traducción completa de Inching Drive vendría a ser: “Equipo conductor de avance progresivo”, para fines prácticos usaremos la denominación simplificada: **Conductor Progresivo**.

## 1.1. OBJETIVO

El objetivo de este informe es diseñar un equipo denominado **Conductor Progresivo** para el accionamiento controlado de un Molino de Bolas de 525 kW durante el mantenimiento, específicamente en el cambio de los revestimientos internos del molino

Para lograr lo anterior, se dividirá el equipo en cuatro grupos claramente diferenciados, la consecución de cada una de ellas representa los objetivos específicos del trabajo.

- Componentes Principales
- Componentes Hidráulicos
- Sistema Eléctrico
- Componentes Estructurales

## 1.2. ALCANCE

Los alcances del trabajo lo definiremos de acuerdo a los sistemas que componen el equipo Conductor Progresivo.

En el **Sistema Hidráulico**, se diseñaran y/o seleccionaran todos los componentes hidráulicos, utilizando la teoría indicada y los catálogos que corresponden a cada parte.

Se hará una breve descripción del funcionamiento y de los componentes del **Reductor Planetario** y luego se seleccionara de acuerdo al catalogo del mismo.

De los **Componentes Estructurales**, los más críticos se calcularán por el Método de Elementos Finitos, en algunos casos se calculará la soldadura de las uniones y se verificarán los principales pernos utilizados.

Se indicara el modo y la lógica de funcionamiento del **Sistema Eléctrico** y se detallaran sus componentes principales. No se efectuaran cálculos ni selección de estos componentes.

Se realizara el calculo del costo de fabricación del equipo incluyendo componentes, mano de obra, hora-maquina e insumos utilizados.

Se presentaran los planos principales del equipo a diseñar además de los diagramas de los sistemas hidráulico y eléctrico, también se incluirán en los anexos la información técnica (catálogos) de los principales componentes.

## CAPITULO 2

### **LA MINERÍA**

Debido a que nuestro equipo será diseñado para trabajar con un molino de bolas y dentro de un proceso minero, es conveniente conocer un poco la actividad minera, el proceso de molienda y los molinos de bolas.

En la actualidad, no hay ningún mineral que tal como se le extrae de la mina sea adecuado para su conversión a un producto final; requiere de preparación, y a ésta preparación de los minerales por métodos físicos se le define como Procesamiento de Minerales.

#### **2.1. PROCESAMIENTO DE MINERALES**

El Procesamiento busca que el producto final cumpla determinadas especificaciones que pueden expresarse en términos de tamaño, de composición o de ambos. Los procesos están formados principalmente por tres operaciones básicas: la reducción de tamaño, la separación y el manejo de los materiales.

Cada una de estas operaciones básicas pueden dividirse según las características y complejidad del mineral. En la Reducción de Tamaño, las subdivisiones dependen de que las partículas fracturadas sean gruesas o finas, los procesos para obtenerlas se denominan *Trituración* y *Molienda*. La Separación puede ser de sólidos de sólidos ó de líquidos de sólidos, para el primer caso

tenemos procesos de *concentración*, *cribado* y *clasificación*; para el segundo caso hablamos de *sedimentación* y *filtración*. Finalmente el Manejo de los Materiales comprende las operaciones auxiliares de transporte y almacenamiento de materiales dentro de la planta y que llegan o salen de ésta. En general podemos indicar el esquema de la Figura 2.1.

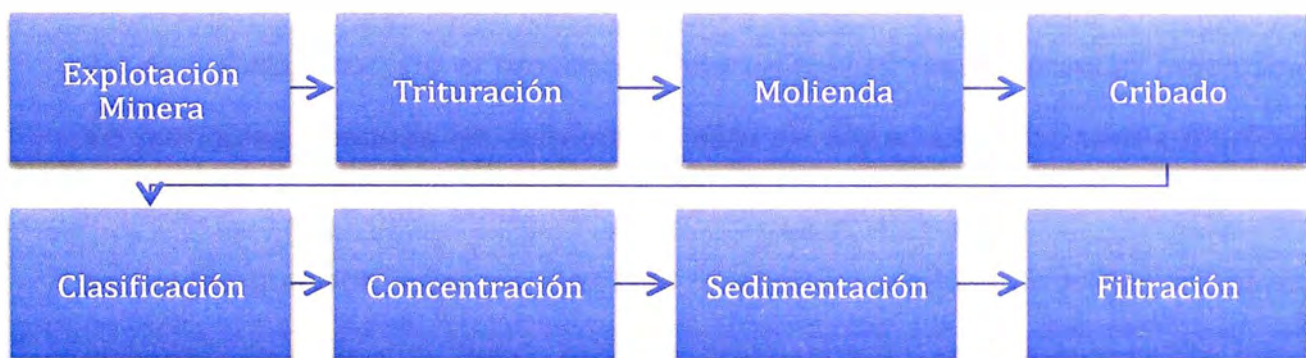


Fig. 2.1 Procesamiento de Minerales

**2.1.1. Explotación Minera.-** Son los procesos que involucran la extracción del mineral en su lugar de origen, involucran generalmente procesos de voladura primaria y secundaria, fractura de bancos y transporte de materiales. Existen minas a tajo abierto (de superficie) y minas subterráneas (socavón).

**2.1.2. Trituración.-** Es el primer proceso de reducción de tamaño, puede subdividirse en varias etapas: primaria, secundaria, etc. El término *Trituración* se aplica a las reducciones subsecuentes hasta lograr un tamaño aproximado de 25 mm. Por lo general las fuerzas para lograr la fractura se aplican por compresión o por impacto, entre los equipos mas utilizados tenemos: Quebradoras de Quijadas, de Impacto y Giratorias.

**2.1.3. Molienda.-** En este proceso se busca reducir el producto a tamaños mas finos, en algunos casos se busca liberar los minerales de la ganga para que aquellos puedan concentrarse.

Al igual que la trituración, la molienda puede dividirse en varias etapas y se debe tener en cuenta además el tipo de medio en el que se realiza: húmedo o seco. Los equipos mas usados son: Molinos de Barras, de Bolas, Autogenos y Vibratorios.

**2.1.4. Cribado.-** Es el proceso donde se realiza la separación mecánica de partículas basadas en el tamaño, esto se logra utilizando una superficie perforada que actúa como un calibrador múltiple de pasa-no-pasa, las partículas que son mas grandes que la abertura quedan retenidas mientras que las mas pequeñas pasan por ella. Normalmente, se emplean cribas para separaciones de hasta 0,2 mm, sin embargo existen equipos que pueden llegar hasta un tamaño de 50  $\mu\text{m}$ .

El cribado puede darse en diferentes etapas del procesamiento: depuración primaria, separación de gruesos, separación intermedia, separación de finos, eliminación de agua y otros, además puede ser: en húmedo ó en seco; estacionario ó dinámico; simple ó de varias etapas.

Los principales tipos de cribas son: Parrilla Estacionaria y de Rodillos; Criba Vibratoria, Giratoria y Sacudidora.

**2.1.5. Clasificación.-** Es la separación de partículas según su rapidez de asentamiento en un fluido, que por lo general es el agua. En la clasificación se obtienen dos productos: la corriente de Respuesta Positiva con partículas de asentamiento rápido y se les llama: *arenas*, *productos de descarga inferior* o *sobretamaño*, contiene poco agua por lo que la descarga se hace por gravedad, por medios mecánicos o por corriente inducida; a la corriente de

Respuesta Negativa se le llama: *derrame* o *lamas*, ésta contiene las partículas de asentamiento mas lento y se descarga como consecuencia del desplazamiento que sobre ella ejerce la alimentación de entrada.

Existen Clasificadores Mecánicos, No Mecánicos, de Sedimentación e Hidráulicos (de Lecho Fluidizado).

Los equipos mas empleados son: Clasificador de Tanque Inclinado, de Tazón, de Tanque Cilíndrico, de Cono, de Contracorriente; Hidrociclón, Separador en aire, Lavador, etc.

**2.1.6. Concentración.-** La razón primordial del procesamiento es obtener los minerales mas valiosos en una forma mas concentrada (mas pura). Para realizar la concentración existen diferentes métodos y su selección depende de las propiedades físicas y químicas de los minerales que han de separarse:

Selección de Minerales.- En este método se aprovechan propiedades como reflectividad, color, transparencia, fluorescencia, conductividad, magnetismo, radioactividad, etc. existen Selectoras: Ópticas, Fotométricas, Magnéticas, Radiométricas, de Rayos X, de Conductividad, etc.

Concentración Gravimétrica.- Se basa en las diferencias de densidad de los minerales dentro de un fluido (agua o aire). El objetivo es obtener el producto *flotado* (baja densidad), el producto *sumergido* (densidad mas alta) y en algunos casos un tercer producto *intermedio*. Tenemos Concentradores de Impulsos, por Sacudimiento y de Película

Separación Magnética.- Según la propiedad de *susceptibilidad magnética* tenemos: materiales *paramagnéticos* (atraídos por el campo) y *diamagnéticos* (repelidos por el campo). Los equipos aprovechan estas propiedades que además pueden realizarse en húmedo o en seco, los mas comunes son: Separadores de Alta Densidad, de Baja Densidad, Depuradores de Gruesos.

Separación Electrostática.- Esta basado en la atracción o repulsión de partículas cargadas dentro de un campo eléctrico. Existen tres etapas distintas: la carga eléctrica de las partículas, la separación en una superficie puesta a tierra y la separación causada por la trayectoria. Existen dos tipos básicos de Separadores Electrostáticos: Dinámico y Electro-Estático.

Flotación.- Se basa en la química interfacial de los minerales en un solución, en donde, las partículas interaccionan con un reactivo químico y dan lugar a un producto selectivamente *hidrofóbico* (repelida por el agua), de tal manera que cuando entran en contacto con el agua, se adhieren a burbujas de aire para luego elevarse a la superficie y formar espuma que puede ser removida. Los equipos mas comunes son: Flotador Mecánico de Celdas y de Tanque, Flotador Neumático de Columna y de Celda.

**2.1.7. Sedimentación.-** Se ha visto que el agua es un elemento importante para la realización de las operaciones, en un determinado proceso éste fluido puede llegar a representar hasta un 92% del volumen total, por lo que en cierta etapa será necesario separar el agua de los sólidos y conseguir un producto con humedad aceptable para ser entregado a una fundición.

La Sedimentación es al primera etapa de la eliminación del agua, esencialmente es la separación de partículas sólidas en suspensión de un liquido, que se da por asentamiento gravitacional. Dentro de la Sedimentación tenemos operaciones de: *Clarificación* donde no existe una interfase claramente definida entre el liquido limpio y el sedimento; y el *Espesamiento* donde la interfase si esta claramente definida.

Los clarificadores y espesadores más comunes son: Espesadores Cilíndricos Continuos, de Flujo Laminar, de Cono Profundo, Clarificador de Lamelas.



**2.1.8. Filtración.-** Es la separación de las partículas sólidas de un fluido, haciendo pasar el fluido por un medio filtrante en el que se acumulan los sólidos. Los filtros pueden trabajar en dos formas básicas: La *Filtración a Presión Constante* y la *Filtración a Régimen Constante*.

Los filtros *continuos a vacío* son los de uso mas extendido para el tratamiento de concentrados, entre ellos tenemos: Filtros de Tambor, de Discos y Filtros Horizontales Continuos a Vacío.

También existen los Filtros a Presión que trabajan en una operación intermitente: Filtros Prensa.

En la Figura 2.2, mostramos el Diagrama de Proceso de la minera Alumbraera (Argentina) en donde se obtienen: oro, cobre y molibdeno.

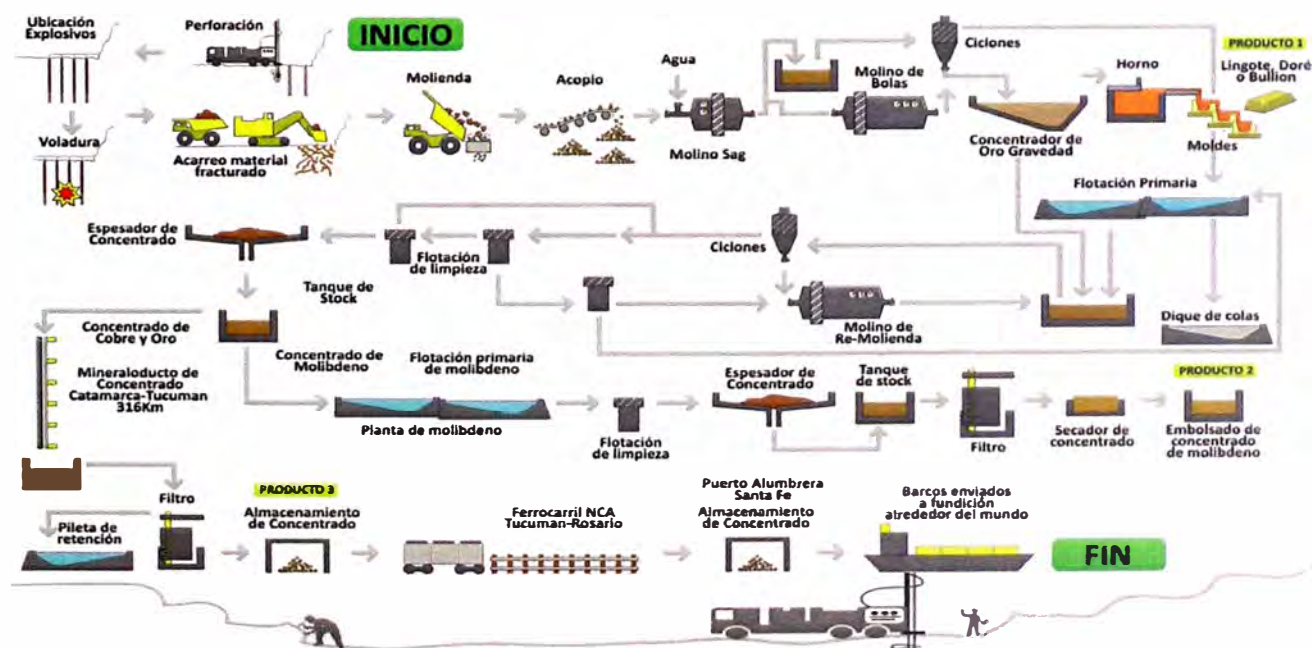


Fig. 2.2 Diagrama de Procesos – Mina Alumbraera

## 2.2. EL MOLINO DE BOLAS

Los molinos de bolas son equipos formados por cámaras cilíndricas dispuestas horizontalmente y revestidas internamente a las que se les hace girar con el fin de producir una molienda a tamaños entre 0-30  $\mu\text{m}$  y 0-200  $\mu\text{m}$ .

Dentro del molino se encuentra el material moledor formado, en este caso, por un juego de bolas que bajo el efecto de rotación del propio molino son arrastradas a los largos de las paredes, ruedan y caen provocando choques y fricciones que provocan la molienda del mineral que esta también dentro del molino, ver Figura 2.3.

La fragmentación del material a moler esta en función del tiempo, cuanto mas larga sea la estancia en el interior del tambor mayor será la finura que se obtendrá.

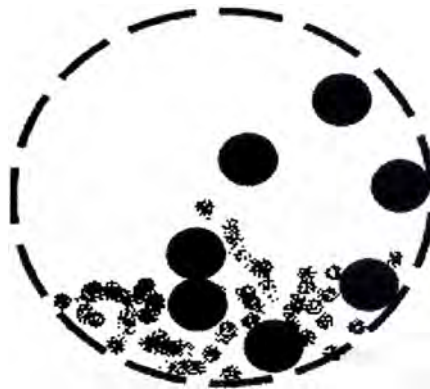


Fig. 2.3 Molienda en un Molino de Bolas

En procesos continuos el material se introduce por un extremo del molino y sale por el extremo opuesto, siendo el tiempo de molienda una variable en función de la velocidad de avance y de la longitud del tubo.

Los molinos de bolas pueden usarse tanto por *vía húmeda* como por *vía seca*. Por vía húmeda pueden ser triturados casi todos los materiales y se utiliza para preparar el mineral para futuros procesos de flotación, separación magnética,

concentración gravimétrica, etc. La molienda por la vía seca queda restringida para materiales duros y altamente abrasivos, se emplea para generar material que va a pasar a procesos de aglomeración, peletización o procesos pirometalúrgicos que necesitan una alta sequedad.

Uno de los campos fundamentales donde se recomienda el uso de los molinos de bolas es la concentración de minerales de hierro; metales no ferrosos como el oro, plata, cobre, plomo, cinc, uranio, etc. y minerales no metálicos como los fosfatos, barita, cuarzo y feldespato.

En la Figura 2.4 podemos ver un molino de bolas en pleno funcionamiento en una instalación minera.



Fig. 2.4 Molino de Bolas

**2.2.1. Partes y Componentes.-** Mencionaremos los componentes principales de un molino de bolas, algunos de los cuales pueden variar de acuerdo al tipo de molino, ver Figura 2.5.

Cámara Cilíndrica.- Es la parte estructural del equipo, esta fabricado con planchas de acero y pueden tener diferentes tamaños.

Revestimiento.- Es el blindaje interno del molino, están hechos de materiales de gran resistencia a la abrasión y al impacto. Según sea la naturaleza del material a tratar, el blindaje puede ser de chapa de acero al carbono duro, de chapa de acero aleado, de porcelana, de sílex, caucho, etc.

Los revestimientos de caucho presentan muchas ventajas: buena resistencia al desgaste, mas ligeros, reducen el nivel sonoro de la molienda, buen arrastre.

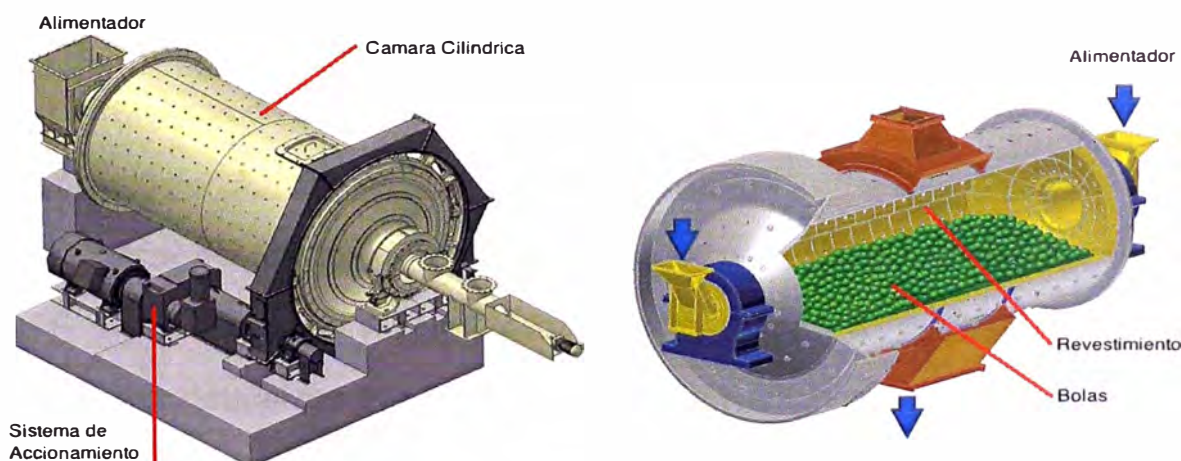


Fig. 2.5 Partes de un Molino de Bolas

Bolas.- Normalmente son de acero, pero cuando se quiere evitar la contaminación metálica existen otras alternativas como las bolas de cerámica. Las bolas de acero tiene durezas entre 400 - 700 HB. Los diámetros mas comunes están entre 25 - 100 mm.

Alimentadores.- Suelen ser de tres tipos: El alimentador de tubo curvado, el alimentador tipo cuchara y el alimentador de cuchara con espiral interior.

Sistema de Accionamiento.- Es la parte del molino que entrega la potencia necesaria para mover el molino a determinada velocidad y con suficiente torque. Los sistemas mas comunes constan de: motor eléctrico, reductor, acoplamiento, piñón de ataque y corona.

**2.2.2. Tipo de Molinos de Bolas.-** Se pueden clasificar de formas muy variadas, mencionaremos las siguientes:

Clasificación en función de la Marcha.-

- Molinos de Bolas de Marcha Discontinua
- Molinos de Bolas de Marcha Continua

Clasificación en función del tipo de Circuito.-

- Molinos de Circuito Cerrado
- Molinos de Circuito Abierto

Clasificación en función del tipo de Accionamiento.-

- Acc. por fricción directa sobre la pared del cilindro → Max 200 kW.
- Acc. lateral por Piñón-Corona, Motor y Polea → Max 150 kW.
- Acc. lateral por Piñón-Corona, Motor y Reductor → Max 500 kW.
- Acc. lateral por Piñón-Corona y Motor lento → 300-6,000 kW.
- Acc. con motor eléctrico muy lento cuyo rotor es el propio molino.

Clasificación en función del Sistema de Carga del molino.-

- Molinos con alimentación por gravedad directamente en el buje
- Molinos con alimentador de espiral
- Molinos con alimentación por canal vibrante
- Molinos con alimentador por cuchara giratoria

**2.2.3. Paradas y mantenimiento del Molino.-** Por motivos prácticos, diferenciaremos dos tipos de mantenimientos que se realizan en los molinos de bolas:

Un primer tipo es aquel donde el molino no puede ser sometido a ninguna rotación debido a que los componentes involucrados no lo permiten, tal es el caso del mantenimiento de: chumaceras, piñón, corona, problemas estructurales, etc. Este tipo de mantenimiento implica paradas largas y no se realizan con mucha frecuencia.

Un segundo tipo de mantenimiento es aquel en el que se hace necesario girar el molino para poder realizar las labores de mantenimiento, el giro se debe realizar a bajas velocidades y durante intervalos cortos, entre las actividades de este tipo tenemos: cambio de los revestimientos internos, limpieza de las parrillas de descarga, re-ajuste de pernos, lubricación de rodamientos y chumaceras, etc. En las plantas concentradoras, normalmente, el mantenimiento de este tipo se realiza mensualmente, y por lo general son paradas de corta duración.

Durante las paradas, el sistema de accionamiento del molino también es sometido, por lo general, a actividades de mantenimiento por lo que muchas veces no esta disponible para realizar el giro del molino. Por otro lado, no es muy practico utilizar el sistema de accionamiento como apoyo durante el mantenimiento del molino pues: su velocidad es constante y mayor a la necesaria, no es posible regular la velocidad ni hacer cambios en el sentido de giro (horario, antihorario) y finalmente se usa innecesariamente demasiada potencia.

**2.2.4. Cambio de Revestimientos.-** Los revestimientos internos del molino son los elementos que se cambian con mayor frecuencia debido al desgaste que sufren. Para una producción estándar pueden durar entre 6 y 9 meses.

Los revestimientos se ubican en la parte interna de la superficie cilíndrica del molino (figura 2.5). Luego de verificado su desgaste se realiza el cambio de todo el paquete, se inicia removiendo los elementos desgastados de la zona mas accesible luego se debe girar el molino un cierto ángulo para seguir con el siguiente grupo, se continua así hasta terminar de remover todos. A continuación se procede a instalar los elementos nuevos y se sigue el procedimiento anterior.

Para hacer girar el molino, en muchas plantas se recurre a métodos no muy seguros o inadecuados tales como el uso de winches y grúas con los cables enrollados en el molino. En algunos lugares, al no poder hacer girar el molino, los operarios tienen que trabajar sobre cabeza y/o trepados en el cámara cilíndrica lo que implica mayor riesgo para el trabajador.

Es aquí que surge la necesidad del Conductor Progresivo, un equipo que es adecuado para esta aplicación, pues es fácilmente transportable, se instala a un costado del molino y no interfiere con el trabajo de mantenimiento, tiene una potencia baja y es fácil de operar.

## CAPITULO 3

### **EL CONDUCTOR PROGRESIVO**

El Conductor Progresivo es un equipo auxiliar utilizado en los molinos de bolas, normalmente para propósitos de instalación, inspección y mantenimiento. Es un sistema mecánico utilizado para hacer girar el molino a una velocidad lenta y en ambos sentidos de giro, básicamente consiste en un motor conectado a un reductor de velocidad de determinado ratio para lograr la velocidad y el torque necesarios.

Existen diferentes maneras de realizar el movimiento de un Conductor Progresivo, en nuestro caso, optaremos por el accionamiento hidráulico pues nos permite una operación segura y precisa con movimientos regulables y controlables. Otra ventaja es que, con el sistema hidráulico, obtenemos una excelente densidad de potencia ya que con equipos pequeños logramos grandes potencias.

Los sistemas hidráulicos, por lo general, están complementados y combinados con otros sistemas: mecánicos, eléctricos, electrónicos y neumáticos de tal manera que se aprovechen las mejores características de cada uno de ellos.

Nuestro equipo contará con dos componentes o unidades principales, tal como se puede apreciar en la Figura 3.1:

- Unidad Motriz
- Unidad de Poder Hidráulico



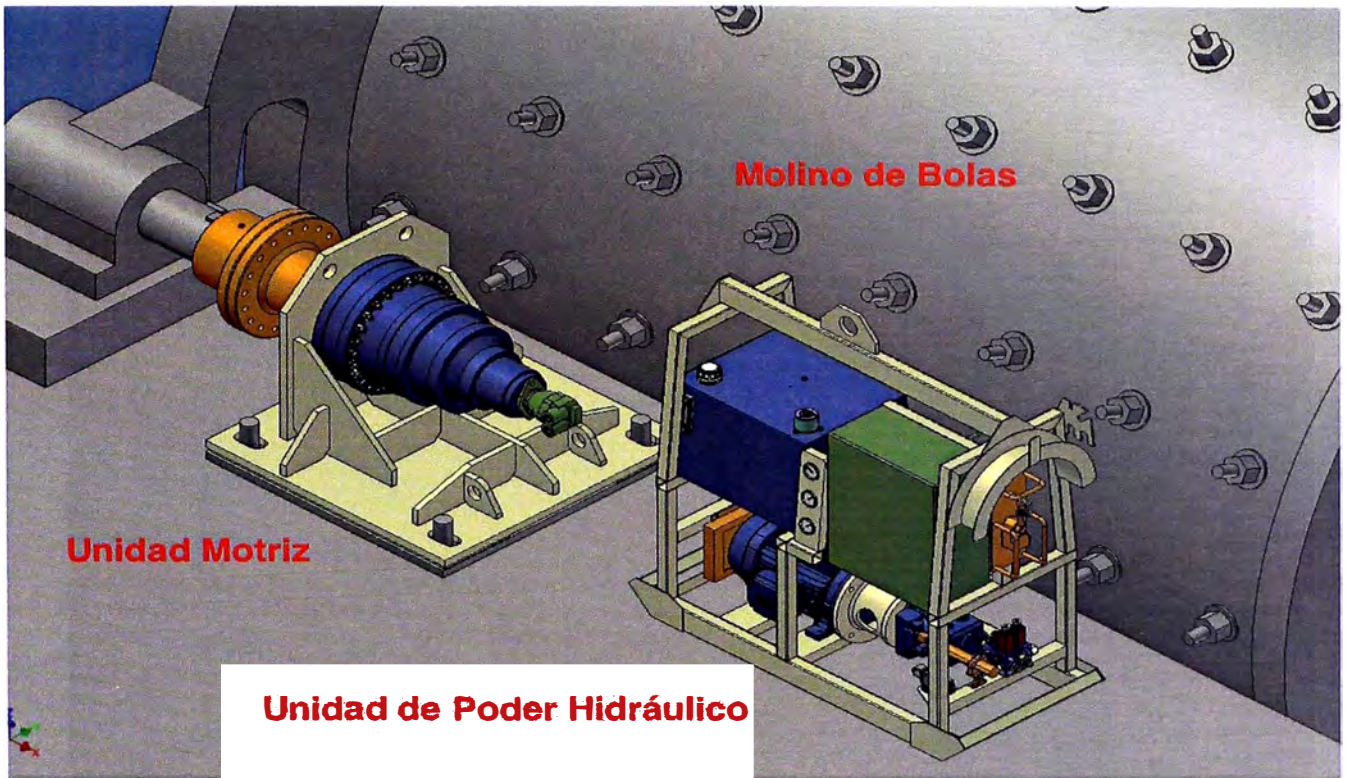


Fig. 3.1 Conductor Progresivo

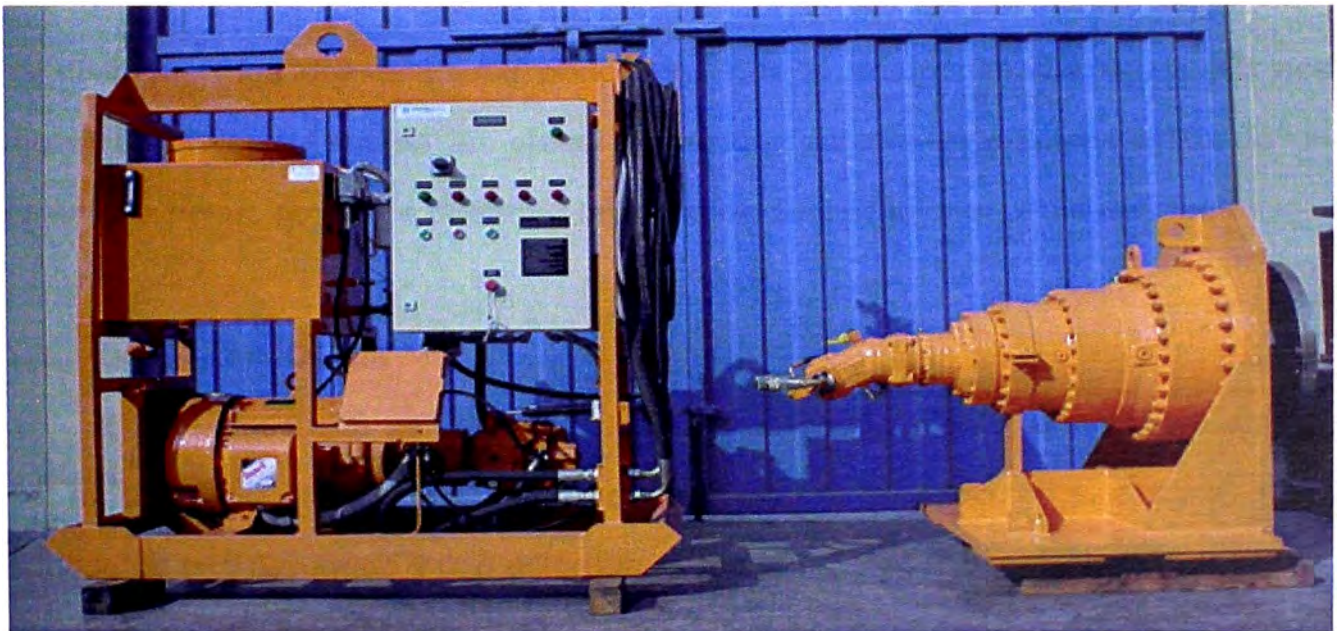


Fig. 3.2 Conductor Progresivo fabricado

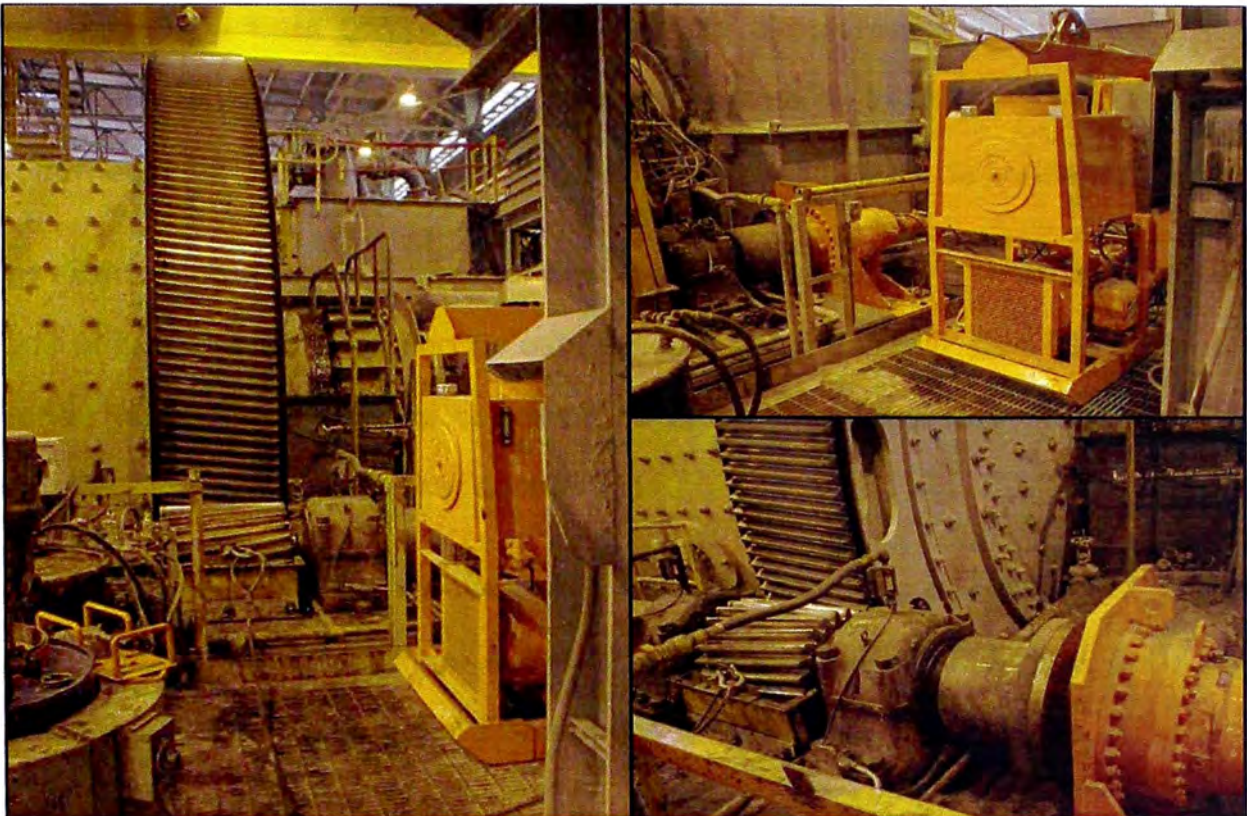


Fig. 3.3 Conductor Progresivo en operación

En la figura 3.2 se muestra a un equipo Conductor Progresivo fabricado, aquí se distinguen las dos unidades principales que lo componen. La figura 3.3 nos muestra a nuestro equipo en plena operación, durante el mantenimiento de un molino de bolas, se puede observar la conexión del reductor al piñón de ataque.

### 3.1. UNIDAD MOTRIZ

Es la unidad que se conecta, mediante un acoplamiento, al piñón de ataque del molino y genera el movimiento de este último a la velocidad adecuada, en el sentido de giro requerido y con el torque necesario. Sus partes principales son:

Reductor Planetario.- Es el componente mecánico encargado de multiplicar el torque entregado por el motor hidráulico y a la vez disminuir la velocidad, es el que se conecta al piñón de ataque del molino.

Motor Hidráulico.- Este componente se conecta directamente al reductor y es el encargado de recibir la energía hidráulica proveniente de la UPH y transformarla en energía mecánica para transmitirla al reductor a través del eje de salida del motor.

Freno.- Esta integrado en el reductor planetario y es parte del mismo, su función es impedir el giro cuando al equipo no está en operación, es decir, que mientras no se le mande una señal hidráulica el equipo se encontrara frenado y no girará, es un sistema de seguridad para evitar accidentes.

Acoplamiento.- Es el elemento que une la unidad conductora con el molino, conecta el eje de salida del reductor con el eje de ataque del piñón del molino, debe estar bien diseñado de tal manera que pueda transmitir el torque necesario.

Soporte del Reductor.- Sirve para fijar el reductor planetario a la estructura base de las instalaciones del molino.

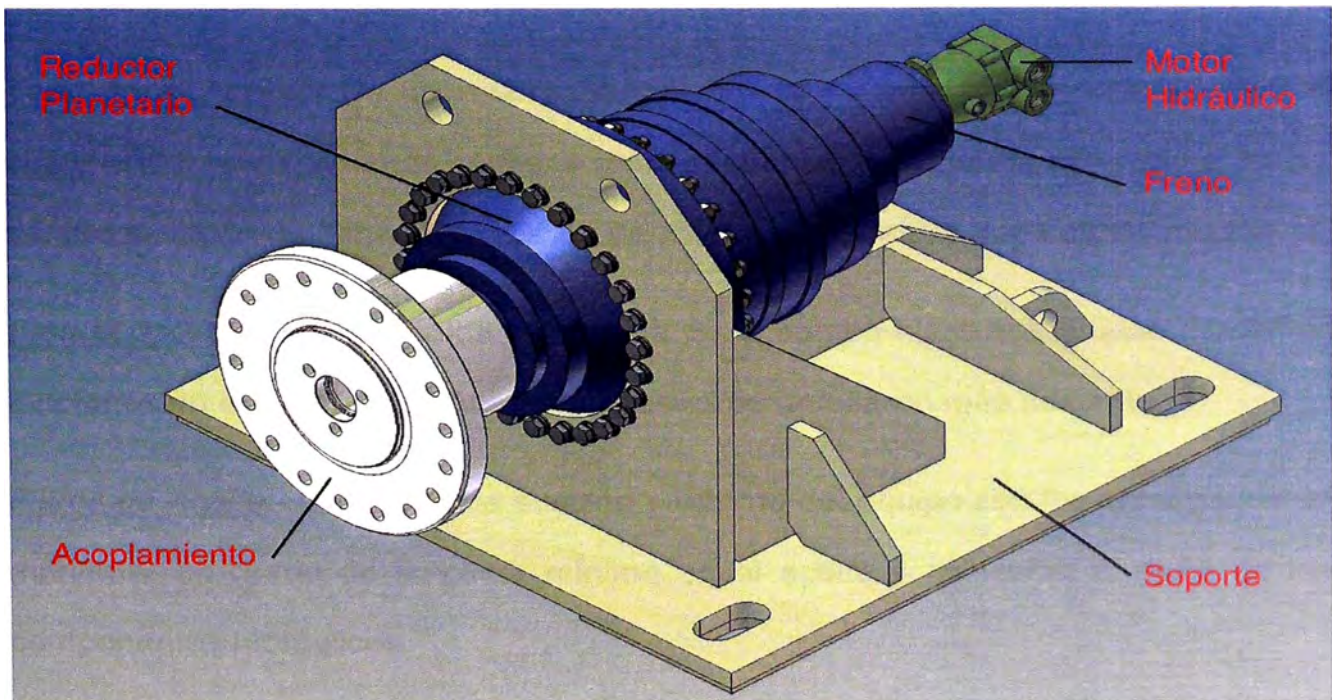


Fig. 3.4 Unidad Motriz

### 3.2. UNIDAD DE PODER HIDRÁULICO

Provee la energía hidráulica necesaria para mover la unidad conductora, contiene casi la totalidad del sistema hidráulico y todo el sistema eléctrico del equipo, mencionaremos las siguientes partes principales:

*Motor Eléctrico.-* Genera la potencia requerida por todo el sistema hidráulico del Conductor Progresivo, recibe la energía eléctrica, la transforma en energía mecánica y la trasmite a través de su eje y del acoplamiento a la bomba hidráulica.

*Bomba Hidráulica.-* Es la encargada de generar la energía hidráulica, en nuestro caso, es una bomba variable de pistones axiales del tipo hidrostático que trabaja en un circuito de lazo cerrado.

*Acoplamiento Flexible.-* Es el componente que conecta el motor eléctrico con la bomba hidráulica y trasmite el torque y la velocidad generados por el motor eléctrico.

*Tanque de Aceite.-* Es un reservorio cerrado que contiene el aceite de todo el sistema hidráulico, además contiene otros elementos del sistema tales como: filtros, sensores, tapón de llenado, indicador de nivel y temperatura, tapa de inspección.

*Bloque de Válvulas.-* Se ubica a la salida de la bomba hidráulica y tiene diferentes funciones en el sistema hidráulico, las cuales se detallaran más adelante.

*Filtros de Aceite.-* Los filtros de succión y retorno del equipo son los encargados de mantener un grado de limpieza mínimo en el aceite y así evitar el daño de los componentes hidráulicos.

*Manómetros.-* Nos permiten visualizar la presión de aceite en determinada línea hidráulica (A, B y Stand By).

Sensores.- Los sensores de presión, temperatura y nivel emiten una señal cuando un parámetro alcanza determinado valor, esta señal se utiliza para realizar la acción de protección correspondiente: presión muy elevada, temperatura de aceite muy alta ó nivel de aceite en el tanque muy bajo.

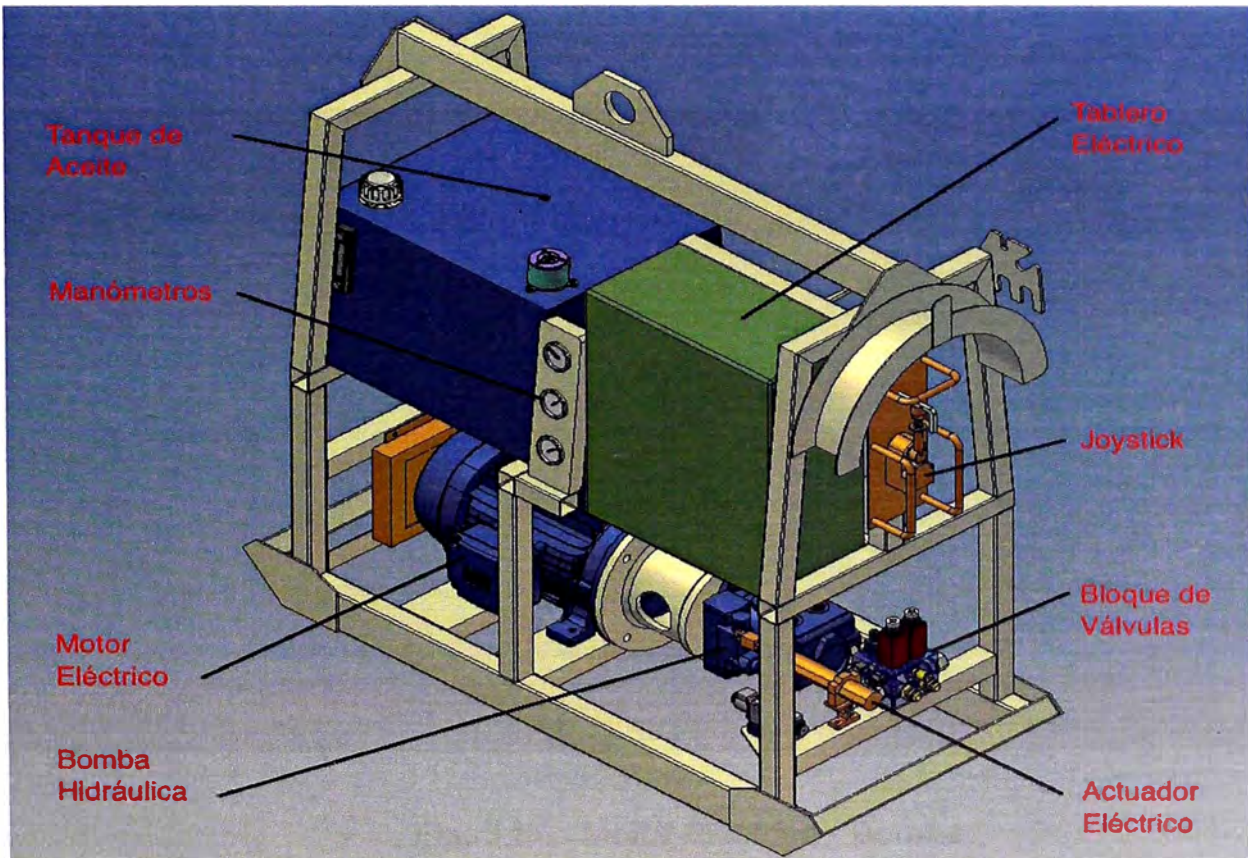


Fig. 3.5 Unidad de Poder Hidráulico

Tablero Eléctrico.- Contiene todo el componente eléctrico del equipo tales como: relés, fuente, interruptores termo-magnético, fusibles, etc.

Palanca de Mando.- También conocido como Joystick o Mando. Nos permite, a través de un programa en PLC, controlar el actuador eléctrico lineal, el Mando estará en contacto con el operador.

Actuador Eléctrico.- Este componente está conectado a la bomba y su función es mover la palanca que controla el sentido y el flujo de aceite que sale de la bomba.

### 3.3. FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN

El motor eléctrico acciona la bomba hidráulica la cual está conectada en lazo cerrado al motor hidráulico por medio de un bloque de válvulas y de mangueras hidráulicas de alta presión, el sistema está diseñado para trabajar a una presión máxima de 180 bar.

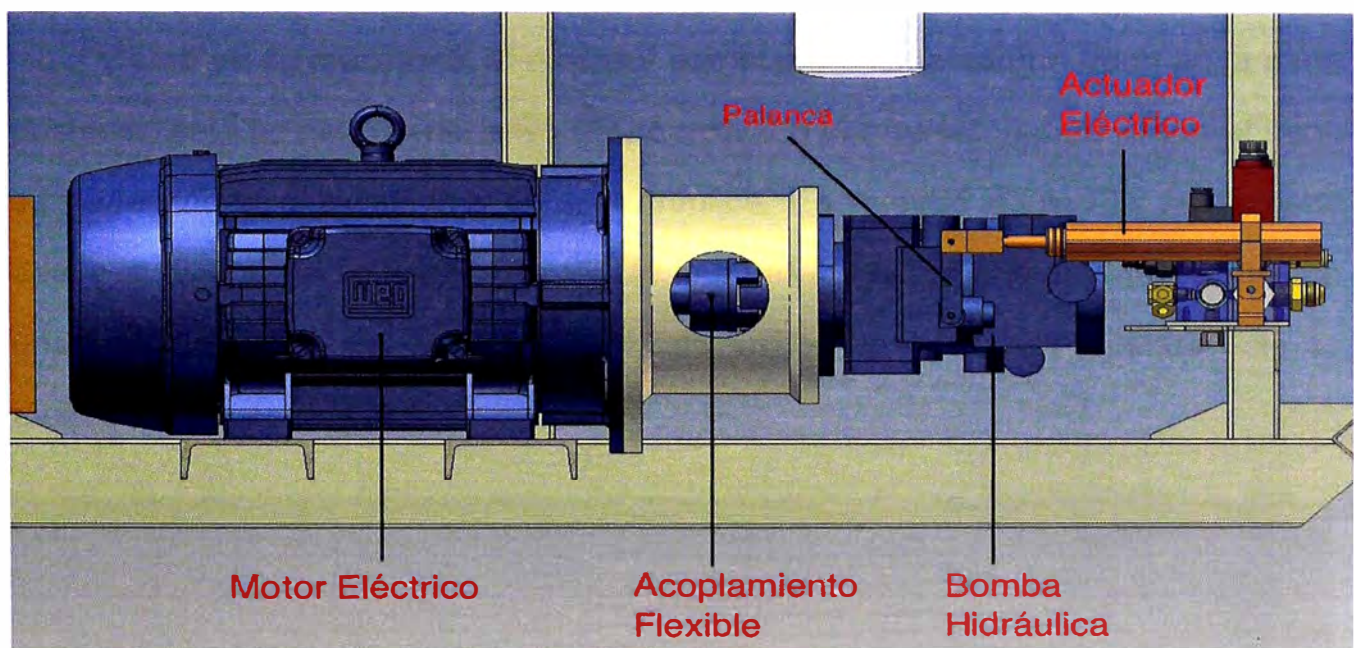


Fig. 3.6 Motor Eléctrico - Bomba

La bomba cuenta con una palanca lateral con el que se controla el sentido del flujo hidráulico moviéndola hacia delante o hacia atrás, y se controla el valor del flujo si la palanca se mueve poco o mucho, siendo el valor máximo en los extremos y cero en la posición central. El movimiento de la palanca se realiza mediante un actuador eléctrico denominado Addco el cual es controlado por un Mando electrónico mediante un programa en PLC. El Mando es el componente accionado directamente por el operador.

Un segundo lazo, es el circuito que fluye desde el bloque de válvulas hacia la carcasa de la bomba y de allí se dirige hacia el intercambiador de calor y luego pasa por el filtro de retorno antes de ingresar al tanque, mediante la bomba de carga se inyecta aceite refrigerado al sistema, el aceite es tomado del tanque y pasa a través de un filtro de succión para entrar luego a la bomba (circuito de baja presión), se proporciona así un enfriamiento indirecto al aceite de sistema.

Como ya se mencionó, el reductor planetario cuenta con un freno en la parte posterior, éste es del tipo negativo (freno activado por defecto), para liberar el freno es necesario que exista una señal hidráulica. En nuestro equipo la señal viene desde el bloque de válvulas a través de una válvula direccional 2/2 que actúa con una señal eléctrica del Mando que se da en forma automática cuando éste se mueve de su centro.

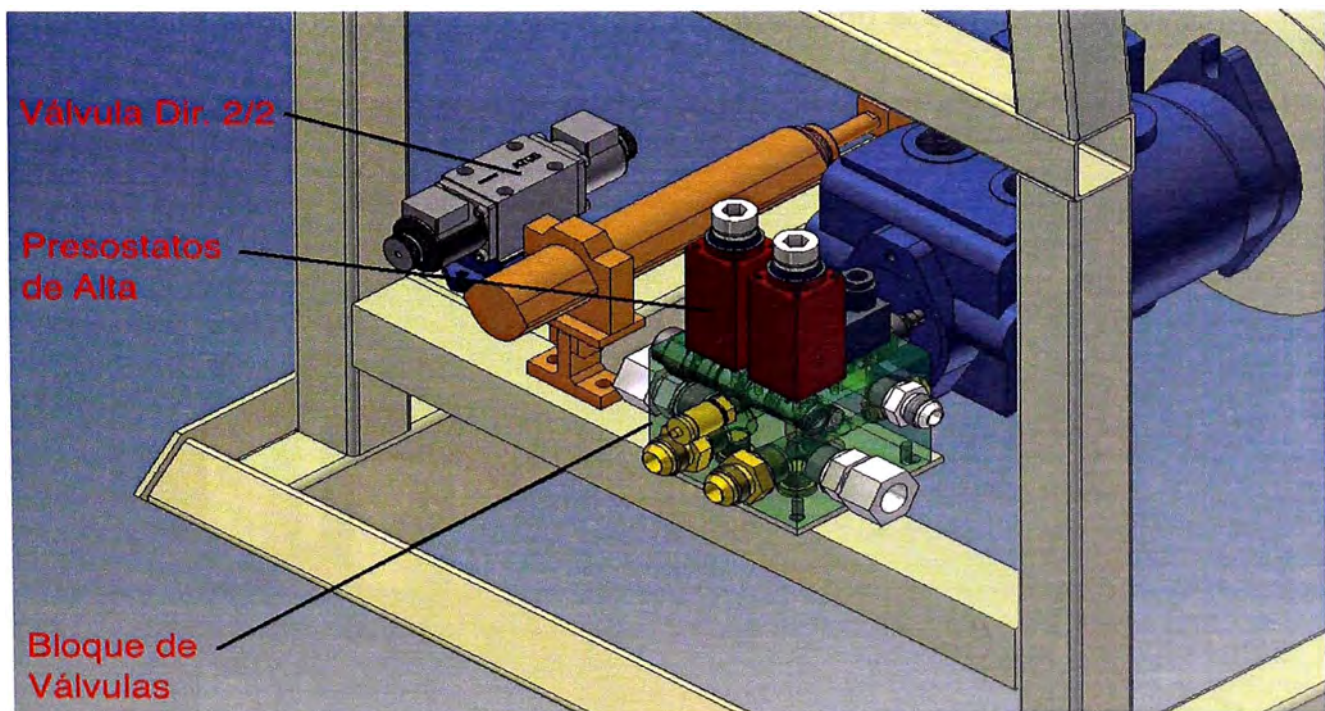


Fig. 3.7 Bloque de Válvulas

En el Bloque de Válvulas se conectan los manómetros y presostatos de alta para medir y controlar la presión en cada una de las líneas hidráulicas (A y B), aquí también se ubica la válvula selectora shuttle que envía la señal hidráulica al freno del reductor, la válvula selectora hot oil que envía aceite caliente a la carcasa de la bomba y una válvula de alivio que limita la presión máxima en la línea de retorno.

En el Tanque de Aceite (100 lts.) se encuentran: El sensor de temperatura, que emite una señal eléctrica cuando la temperatura en el tanque supera los 60°C para que el sistema se apague por alta temperatura; El sensor de nivel, que emite una señal cuando el nivel de aceite alcanza el mínimo valor; El indicador de nivel y temperatura, para visualizar estos parámetros del aceite dentro del tanque; Respiradero y tapón de llenado; la tapa de mantenimiento y válvulas de bola.

Los filtros de aceite de succión y retorno tienen cada uno un manómetro de saturación el cual indica cuando debe ser reemplazado el elemento de filtro.

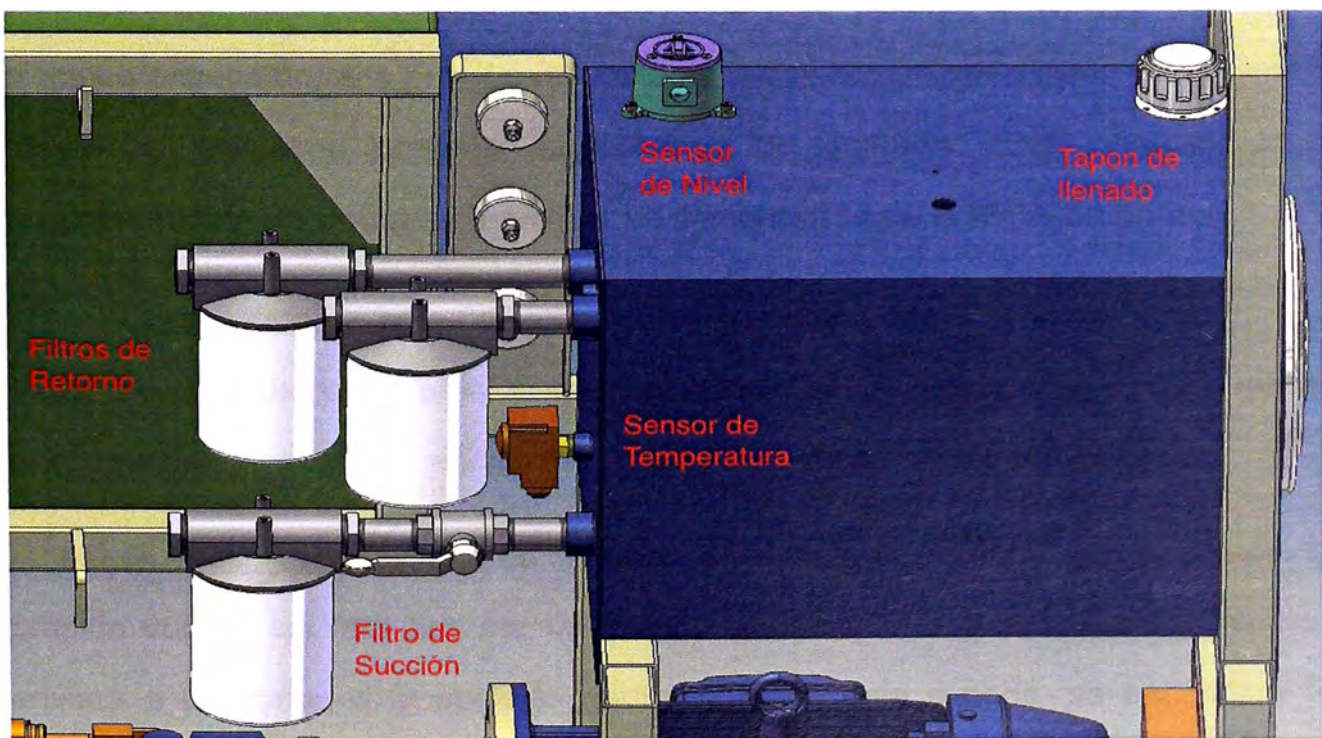


Fig. 3.8 Tanque de Aceite y Filtros



En el Tablero Eléctrico se ubican: el interruptor termo-magnético, para energizar el equipo; los pulsadores arranque motor y parada motor, para encender y apagar el motor eléctrico respectivamente; el pulsador prueba de lámparas, para verificar el correcto funcionamiento de las lámparas; el pulsador parada de emergencia; las lámparas luminosas de: energizado, motor encendido, motor apagado, temperatura alta, nivel bajo de aceite y presión alta, que se encenderán cuando ocurran cada una de las descripciones indicadas.

La tensión de alimentación del sistema eléctrico es 440 VAC- 60 Hz. Una vez que el sistema este energizado y el motor eléctrico encendido, los movimientos del reductor se controlan mediante el Mando, de control manual y enclavamiento, los giros hacia la derecha o izquierda se realizan moviendo la palanca hacia delante ó hacia atrás, la velocidad del giro se aumenta alejando la palanca del centro, en la posición central el reductor no gira y se encuentra frenado.

El PLC tiene la función de temporizar las señales eléctricas de: motor eléctrico encendido, alta presión del sistema hidráulico y baja presión de la bomba de carga, asimismo controlar la interface de potencia (IDP) para lograr el desplazamiento del actuador eléctrico. La alimentación de la IPD s de 6 Vdc.

El Presostato de baja controla la presión de la bomba de carga y apagara al motor eléctrico cuando la presión este por debajo de 11 bar y por un periodo mayor a 3 segundos ya sea en el encendido o durante el funcionamiento del equipo.

Los Presostatos de alta controlan la máxima presión del sistema, cuando la presión supere los 180 bar por un tiempo mayor a 5 seg, el actuador eléctrico enviara a la bomba a la posición neutra, cuando esto suceda, se encenderá la lámpara roja presión alta pero el motor eléctrico no se apagará.

## CAPITULO 4

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

A continuación mencionaremos los fundamentos teóricos necesarios para diseñar, calcular y seleccionar cada uno de los componentes de los diferentes sistemas que componen el Conductor Progresivo.

#### **4.1. SISTEMA HIDROSTÁTICO**

Se dice que un sistema hidráulico es una transmisión hidrostática cuando, en un circuito, la bomba y el motor están conectados entre sí. Por otro lado, se dice que un circuito es cerrado cuando la conexión es directa, el aceite va de la bomba al motor y del motor a la bomba mientras que en un circuito abierto la bomba toma aceite del tanque lo envía al motor y éste descarga en el tanque. Finalmente, se dice que un circuito es de lazo cerrado cuando existe una señal que sensa y controla la velocidad del motor.

En nuestro caso usaremos un sistema de transmisión hidrostático cerrado de lazo abierto, ya que la velocidad en el motor será variable y controlado por el operador según lo requiera el molino de bolas. En la figura 4.1 se muestra un esquema típico de conexión hidrostática entre una bomba de desplazamiento variable y un motor de desplazamiento fijo.

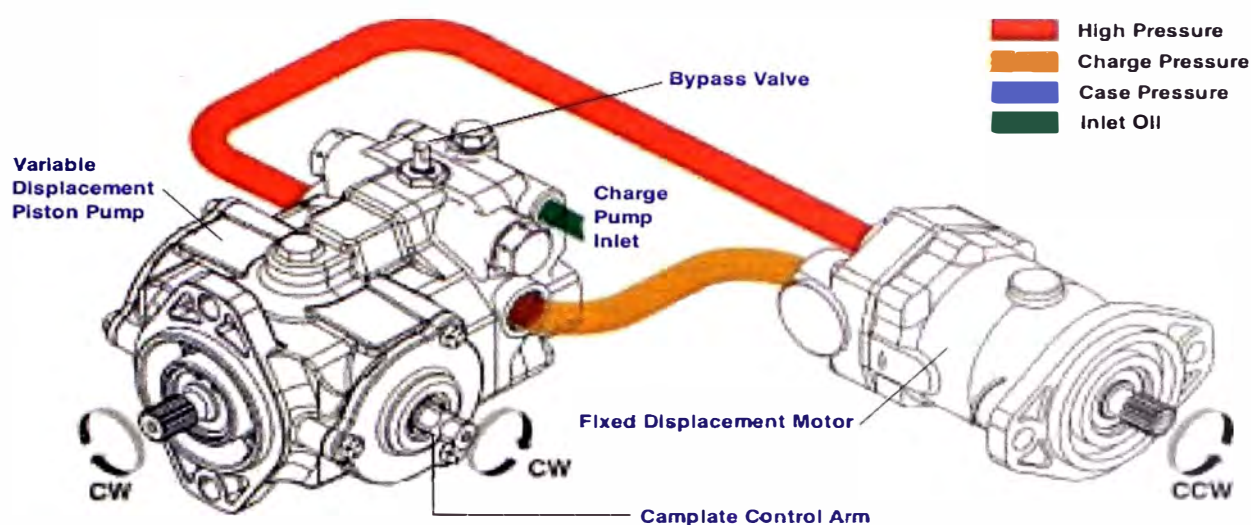
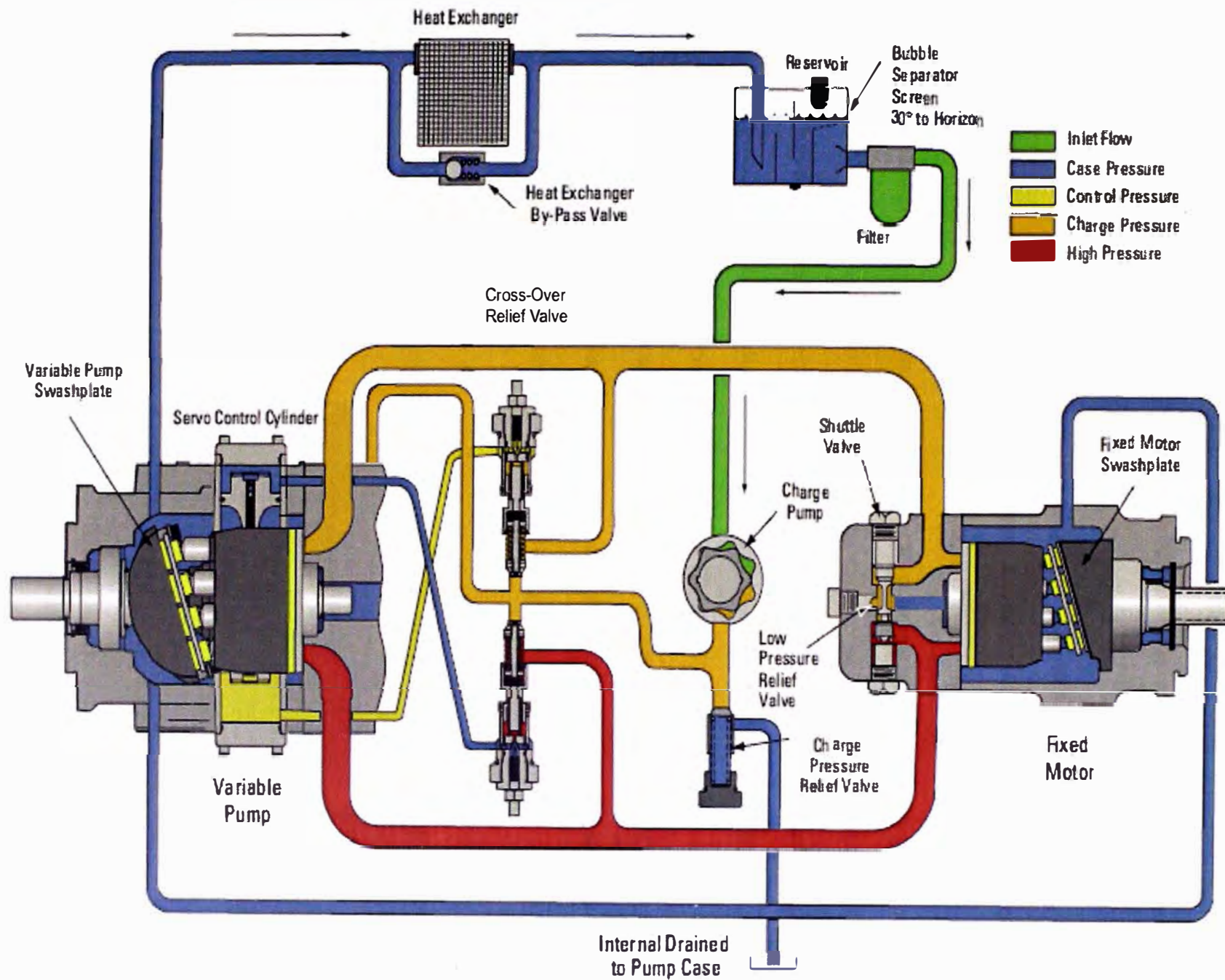


Fig. 4.1 Conexión Hidrostática Bomba-Motor

La función principal de la bomba de carga es asegurar que el circuito principal del sistema esté siempre con fluido hidráulico a una mínima presión. Generalmente la bomba de carga es de desplazamiento fijo y pequeño y está instalado en la bomba principal funcionando con el eje de la misma. Otras funciones de la bomba de carga son: inyectar aceite para compensar pérdidas por fugas ocurridas en la bomba y el motor, reemplazar el aceite para mejor lubricación, inyectar aceite refrigerado.

Además de los componentes ya mencionados, el sistema necesita de otros elementos que complementen y permitan un buen control y funcionamiento, entre los más básicos y necesarios podemos mencionar los siguientes: Intercambiador de calor, tanque de aceite, válvulas de control, filtros de succión y retorno, manómetros, mangueras, conectores, etc. En la Figura 4.2 se muestra un sistema hidrostático básico y continuación daremos una breve descripción de los componentes principales del sistema hidrostático:

Fig. 4.2 Sistema Hidrostático



**4.1.1. Bomba hidráulica.-** Es un dispositivo que transforma la energía mecánica en energía hidráulica, básicamente aspira el fluido por el lado de succión, y lo transporta hasta la salida de la bomba (lado de presión) generando la presión necesaria según lo requiera la carga externa.

En la bomba variable de pistones axiales, el tambor porta-cilindros y los pistones son paralelos al eje de la bomba y se mueven con ésta, el plato oscilante, al tener un ángulo respecto a la perpendicular del eje, determina el movimiento axial de los pistones los cuales se mueven hacia adentro y hacia fuera en sus respectivos cilindros generando de esta manera presión en el fluido, la fricción entre los pistones y el plato oscilante se disminuye por medio de los patines o cojinetes axiales, ver Figura 4.3.

La bomba hidrostática tiene instalado en su carcasa una servo-válvula manual que permite controlar la inclinación del plato oscilante de la bomba y de esta manera el desplazamiento de la bomba y el sentido de flujo.

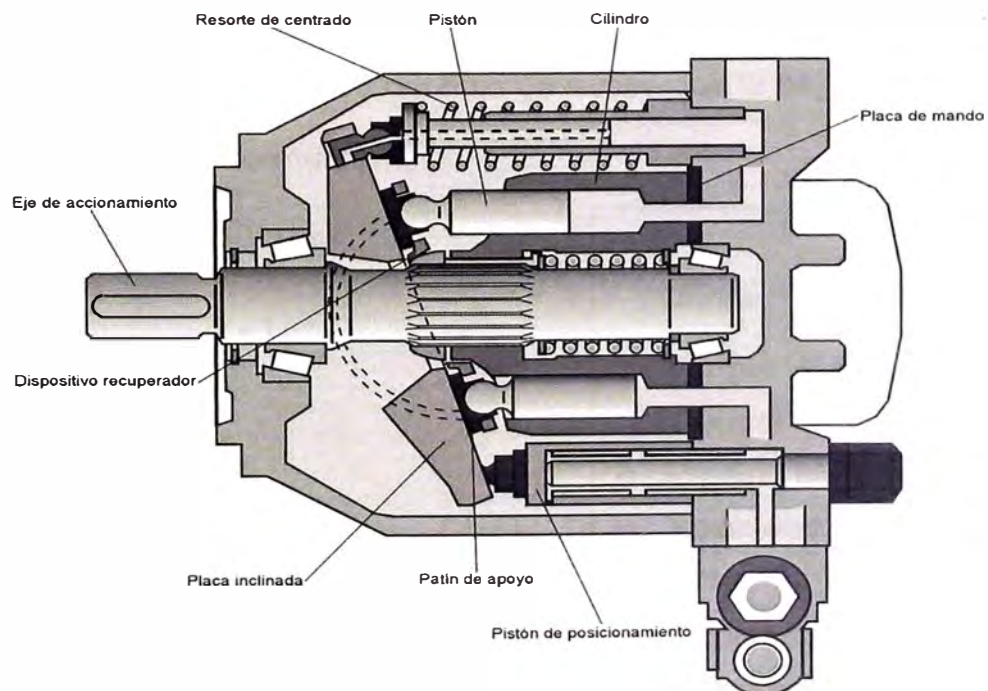


Fig. 4.3 Bomba Hidráulica Variable de Pistones Axiales

Las fórmulas que usaremos para la selección de la bomba son:

Desplazamiento de la Bomba ( $v_b$ ):

$$v_b = \frac{Q}{n \cdot \eta_v \%} \cdot 10^5 \quad (4.1)$$

Caudal de aceite ( $Q$ ):

$$Q = v_b \cdot n \cdot \eta_v \% \cdot 10^{-5} \quad (4.2)$$

Potencia de Entrada ( $P$ ):

$$P = \frac{Q \cdot p}{6 \cdot \eta_t \%} \quad (4.3)$$

Dónde:

$P$  : Potencia → kW

$p$  : Presión hidráulica → Bar

$Q$  : Caudal → lpm

$n$  : Velocidad de giro → rpm

$v_b$  : Desplaz. Bomba → ccr

$\eta_v$  : Eficiencia volum. → %

$\eta_t$  : Eficiencia total → %

**4.1.2. Motor hidráulico.-** Mediante un movimiento rotativo, el motor transforma la energía hidráulica suministrada por la bomba en trabajo mecánico utilizable. Para un motor fijo de pistones axiales el principio de funcionamiento es similar al descrito en la bomba con la diferencia de que el plato no es oscilante por lo que el desplazamiento es fijo y la velocidad de rotación del motor solo dependerá del flujo de aceite que le llegue.

Usaremos las siguientes formulas:

Desplazamiento del Motor ( $v_m$ ):

$$v_m = 6.28 \cdot \frac{T}{p \cdot \eta_{hm} \%} \cdot 10^3 \quad (4.4)$$

Caudal de aceite ( $Q$ ):

$$Q = \frac{v_m \cdot n}{\eta_v \%} \cdot 10^{-1} \quad (4.5)$$

Torque ( $T$ ):

$$T = 1.59 \cdot v_m \cdot p \cdot \eta_{hm} \% \cdot 10^{-4} \quad (4.6)$$

Dónde:

$T$  : Torque → N-m

$Q$  : Caudal → lpm

$p$  : Presión hidráulica → Bar

$n$  : Velocidad de giro → rpm

$v_m$  : Desplaz. Motor → ccr

$\eta_{hm}$  : Eficienc. mecánica → %

$\eta_v$  : Eficiencia volum. → %

**4.1.3. Intercambiador de Calor.-** Tiene la tarea de enfriar el aceite y de este modo, refrigerar todo el sistema hidráulico. Existen dos tipos de intercambiadores, los refrigerados por aceite y por agua. En el intercambiador de calor Aire-Aceite el fluido pasa a través de un serpentín o panel y es refrigerado externamente por un ventilador accionado eléctricamente.

Como regla práctica, consideraremos que la máxima potencia a disipar en forma de calor es 1/3 de la potencia del equipo, con este dato y con la diferencia de temperaturas calculamos la Potencia Especifica de Calor con el cual podemos seleccionar el tamaño adecuado de intercambiador.

Potencia Especifica de Calor ( $P_{EC}$ ):

$$P_{EC} = \frac{P_D}{T_i - T_a} \quad (4.7)$$

Dónde:

$P_{EC}$  : Pot. Espec. Calor  $\rightarrow$  kW / °C

$P_D$  : Potencia a Disipar  $\rightarrow$  kW

$T_i$  : Temp. Ingreso de Aceite  $\rightarrow$  °C

$T_a$  : Temperatura Ambiente  $\rightarrow$  °C

**4.1.4. Válvulas.-** Son necesarias para controlar y regular los diferentes parámetros de funcionamiento del sistema hidrostático.

Las *válvulas de alivio Cross-Over* (de traspaso) se usan para evitar picos de presión en la línea de alta del circuito principal, cuando se da una sobrepresión la válvula se abre y el aceite va de la línea de alta a la línea de baja. Se utilizan dos válvulas de alivio cruzadas ya que en el circuito cualquiera de las líneas (A, B) puede ser de alta.

El incremento de temperatura del aceite reduce su viscosidad y por ende su capacidad de lubricación con el consecuente daño de los elementos, para evitar esto, se usa una *válvula Hot Oil* que permite extraer aceite caliente del sistema y que será reemplazado con aceite refrigerado (bomba de carga).

**4.1.5. Tanque de Aceite.-** Cumple múltiples funciones: reserva de aceite, eliminación del calor generado, separación del aire, sedimentación de las impurezas, separación del agua de condensación, absorción del ruido, etc.

Por lo general, el tamaño del tanque se define dependiendo del tipo de equipo y del caudal suministrado por la bomba:

- $V = (3 - 5) Q_b$  (4.8) Equipos Estacionarios

- $V = (1 - 2) Q_b$  (4.9) Equipos Móviles

Es necesario además, tener una capa de aire entre 10% - 15% para que absorba las variaciones del nivel de aceite.

El tanque debe tener, por lo general, los siguientes elementos: Conductos de aspiración y retorno, placa deflectora, tapón de llenado, respiradero, indicador de nivel, tapa del depósito, acceso para limpieza y purga de aceite.

**4.1.6. Filtros.-** La suciedad del aceite, conformado por: partículas metálicas, oxido, arena, polvo, etc., provoca muchos daños en los componentes hidráulicos: desgaste por abrasión, averías, fugas, etc. Los filtros de aceite se usan para reducir la suciedad hasta un límite admisible que garantice un buen funcionamiento y duración de los componentes.

El *Grado de Suciedad* de un aceite nos indica el tamaño y la concentración de las partículas de suciedad, se tienen dos clasificaciones muy usadas, según las normas: NAS-1638 (NAS: National Aerospace Standard) e ISO-4406.

**4.1.7. Otros Componentes Hidráulicos.-** Existen otros componentes necesarios para un buen funcionamiento del sistema hidráulico: manómetros, switch de temperatura y de nivel, presostatos, mangueras y tubería hidráulica, conectores y adaptadores.



## 4.2. REDUCTOR PLANETARIO

Una Caja Reductora es un mecanismo que consiste, generalmente, en un grupo de engranajes interconectados entre sí (tren de engranajes), con el que se consigue disminuir la velocidad de un determinado elemento giratorio, por ejemplo un motor, y a la vez incrementar el torque inicial, de tal manera que en la salida se obtengan la velocidad y torque necesarios.

Existe diferentes tipos de cajas reductoras, en nuestro caso, estudiaremos el Reductor Planetario, cuyas principales ventajas son: mayor robustez, mayor ratio de reducción, capacidad de transmitir mayor potencia, tamaño más compacto, configuraciones más flexibles, mejor distribución de carga.

Un Reductor Planetario o Reductor Epicicloidal consiste en un piñón central (el Sol), rodeado por tres o más engranajes intermedios (los Planetas), estos engranajes están todos unidos por un brazo móvil denominado Porta-planetas, alrededor de los planetas y engranado con éstos, se encuentra un engranaje mayor con dentado interior llamado Corona (ver Figura 4.4).

Cuando el sol gira (eje de entrada), los planetas giran sobre sus propios ejes y todos juntos giran alrededor del sol. El eje de salida está conectado al porta-planetas que gira en la misma dirección del sol, el eje de entrada y el de salida están alineados.

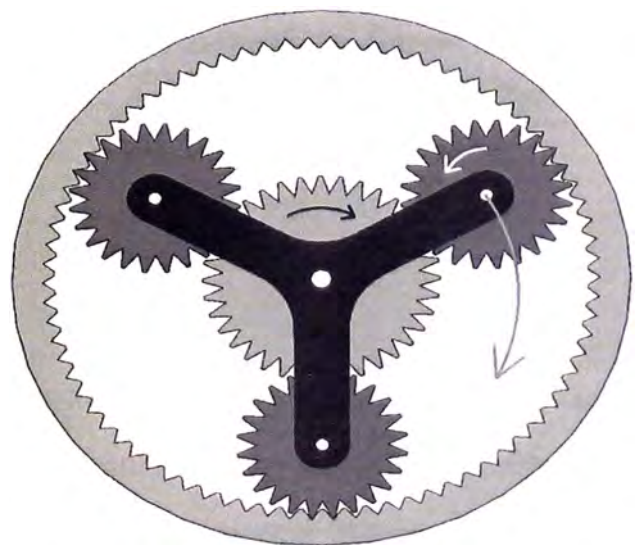


Fig. 4.4 Reductor Planetario

**4.2.1. Partes y componentes.-** Los reductores planetarios pueden ser: Simples, de 2 y hasta de 3 etapas de reducción. La figura 4.5 nos muestra una vista en sección de un reductor planetario donde se pueden apreciar sus partes principales. Según sea la complejidad del reductor, estos elementos pueden variar, pero básicamente ésta es la lista:

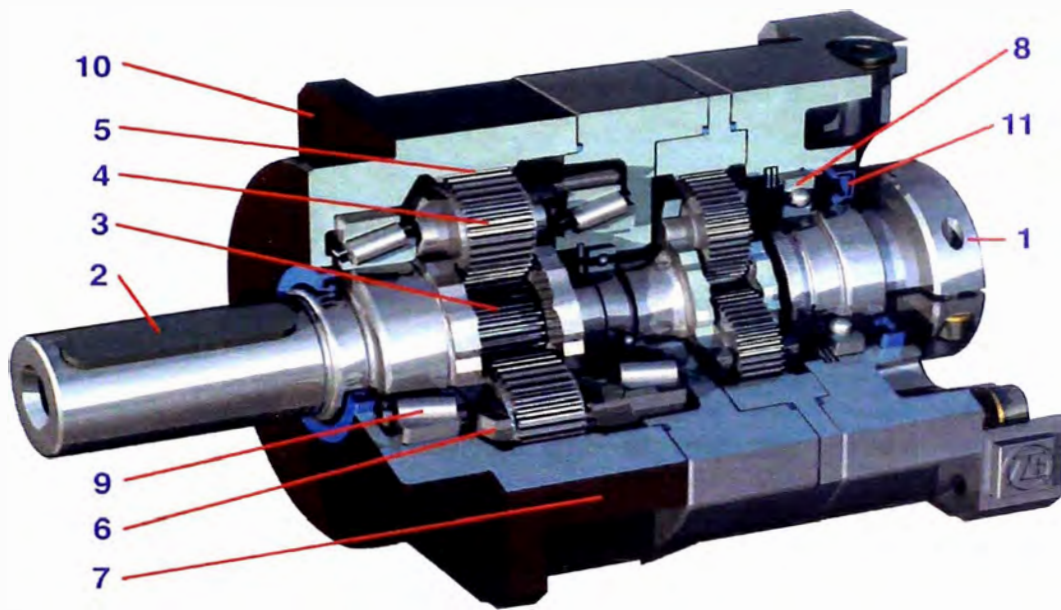


Fig. 4.5 Partes de un Reductor Planetario

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <b>1. Eje de Entrada</b>                 | <b>7. Carcasa</b>                   |
| <b>2. Eje de Salida</b>                  | <b>8. Rodamiento Eje de Entrada</b> |
| <b>3. Sol (Piñón Central)</b>            | <b>9. Rodamientos Eje de Salida</b> |
| <b>4. Planeta (Engranaje Intermedio)</b> | <b>10. Brida de Adaptación</b>      |
| <b>5. Corona (Engranaje Externo)</b>     | <b>11. Sellos</b>                   |
| <b>6. Portaplanetas</b>                  |                                     |

Algunos reductores incluyen un freno negativo como parte de su diseño, por lo general, el freno es del tipo de discos múltiples en baño de aceite y el desbloqueo se produce por efecto de una señal hidráulica. Se emplean como frenos de estacionamiento, no para el frenado dinámico.

**4.2.2. Selección de Reductores.-** Algunas descripciones técnicas relacionadas a los reductores:

Relación de Reducción  $i_{ef}$ .- Relación entre las velocidades de entrada ( $n_2$ ) y de salida del reductor ( $n_3$ ).

Torque de Salida  $T_3$  (N-m).- Torque de salida del reductor para 10000 hrs. de duración calculado según ISO (DP 6336).

Torque Máximo  $T_{3MAX}$  (N-m).- Máximo torque de salida admisible, como pico o en intervalos cortos.

Torque Nominal  $T_N$  (N-m).- Torque que corresponde al tamaño del reductor.

Potencia de Salida  $P_3$  (kW).- Combina el par para 10000 horas de duración con la velocidad de salida del reductor.

Potencia Térmica  $P_T$  (kW).- Potencia que el reductor puede transmitir de manera continua y para la máxima temperatura admitida por el mismo.

Par de Freno  $T_{FR}$  (Nm).- Torque necesario para evitar el giro del reductor cuando el freno está activado, se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$T_{FR} \cdot i_{ef} > ParSalida \quad (4.10)$$

$$T_{FR} \cdot i_{ef} < 1.1 \cdot T_{3max} \quad (4.11)$$

Velocidad de Entrada  $n_2$  (rpm).- Velocidad del motor que acciona al reductor.

Velocidad de Salida  $n_3$  (rpm).- Velocidad en el eje del reductor

Factor de Aplicación  $K_A$ .- Es un valor empírico definido por el tipo de máquina accionada por el reductor.

Factor  $K$ .- Corrige la potencia térmica si la temperatura ambiente no es 20° C.

Factor  $S$ .- factor que corrige la potencia térmica cuando la velocidad de entrada difiere de 1500 rpm.

Factor  $R$ .- Corrige la potencia térmica cuando el reductor está ubicado en un ambiente pequeño o a la intemperie.

### 4.3. COMPONENTES ESTRUCTURALES

Presentaremos algunos alcances sobre los métodos que usaremos para el cálculo de los componentes estructurales. Usaremos el Método de Elementos Finitos para el cálculo de los componentes estructurales y lo complementaremos calculando la soldadura mediante Resistencia de Materiales.

**4.3.1. Método de Elementos Finitos (FEM).**- El Método de Elementos Finitos (FEM por sus siglas en inglés) es una técnica numérica, que se adapta bien a las computadoras digitales, en la cual un componente estructural continuo se divide en pequeños pero finitos elementos.

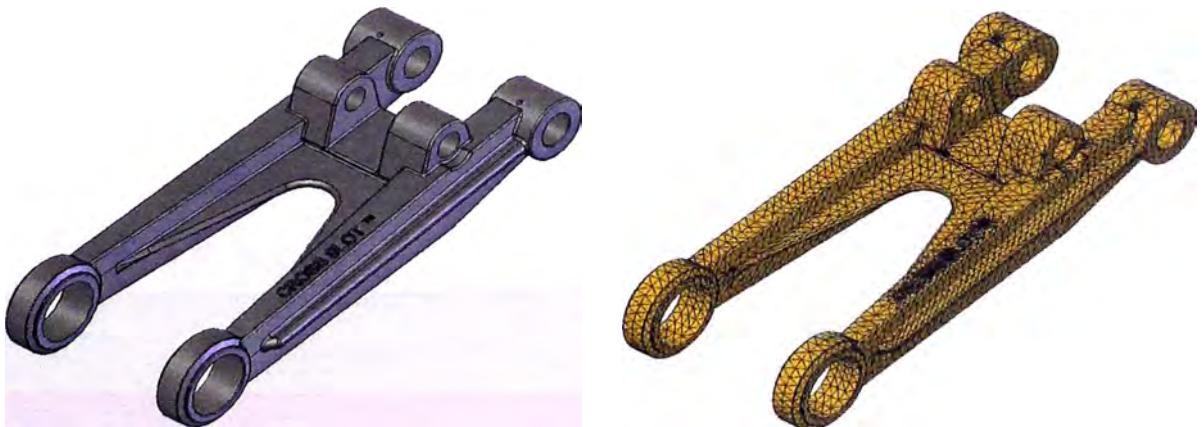


Fig. 4.6 Componente y enmallado

Algunos conceptos básicos que debemos tener en cuenta son:

Elemento.- Es una subdivisión discreta de una estructura continua, existen: líneas (barras, vigas), áreas 2D, áreas 3D (membranas, cáscaras) y sólidos 3D. Los elementos se unen entre sí mediante nodos.

Nodo.- Punto identificable de un elemento, es una localización espacial donde se definen los grados de libertad.

Malla.- Conjunto de nudos y elementos en el que se divide una estructura.

Cuando la malla es más fina los resultados se aproximan más a la realidad.

Restricción.- Imposibilidad de movimiento en una dirección lineal o rotacional.

Carga.- Pueden ser: Nodales (fuerza, momento, temperatura); Superficiales (fuerza distribuida, presión) y Elementales (gravedad, fuerza centrífuga).

Para el análisis mediante FEM, los elementos se ubican en sistema de coordenadas de tal manera que los nodos del elemento queden referenciados, se indican las fuerzas actuantes sobre la estructura y las restricciones existentes, se deben conocer además las propiedades elásticas del elemento, con esta información y mediante el uso de matrices se determina el desplazamiento de cada nodo. La ecuación matricial a usar es:

Ecuación Matricial:

$$[F] = [K] \cdot [d] \quad (4.12)$$

Dónde:

[F] : Matriz de Fuerzas

[K] : Matriz de Rigidez de Elementos

[d] : Matriz de Desplazamientos

Una vez que el campo de desplazamientos queda determinado, se calculan las deformaciones unitarias y luego los esfuerzos podrán ser evaluados usando la siguiente ecuación:

Ley de Hook:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (4.13)$$

Dónde:

$\sigma$  : Esfuerzo

E : Constante de Elasticidad

$\varepsilon$  : Deformación Unitaria

En su gran mayoría, el FEM se aplica mediante el uso de computadoras, existen algunos factores que aumentan la dificultad del análisis como: cantidad de elementos y nodos, complejidad geométrica, diversidad de materiales, múltiples casos de carga, cargas dinámicas, etc. Entre los diversos tipos de análisis que se pueden realizar con el FEM tenemos:

- Estructural
  - Estático lineal
  - Dinámico lineal
  - No lineal
- Térmico
  - Transferencia de calor
  - Estado transitorio
- Fluidos
  - Flujo estable
  - Flujo en un objeto poroso
- Electroestática
  - Corriente y Voltaje
  - Campos de Fuerza
- Análisis de tuberías
- Combinaciones de movimiento y esfuerzo
- Electroestático y estructural
- Cálculos civiles

Los pasos que se siguen cuando se aplica FEM con un software son:

- Preparación del modelo
- Enmallado
- Definición del tipo de análisis a realizar
- Definición del tipo de elemento y sus parámetros
- Asignar las propiedades del material
- Aplicar cargas y restricciones
- Asignar parámetros de análisis
- Proceder con el análisis (solución de matrices)
- Revisión de resultados

Los resultados son mostrados gráficamente con identificación de colores que corresponden a un valor determinado de esfuerzo o deformación.

**4.3.2. Proceso de Soldadura.-** Es la técnica de unión por el que se establece la continuidad entre las partes a unir, se denominara metal base al material que va a ser sometido a cualquier operación de soldeo y material de aporte al que es adicionado durante la operación de soldeo.

Existen diferentes tipos de Procesos de Soldadura, podemos mencionar: Soldadura por Oxi-acetileno (OAW), Soldadura por arco y electrodo revestido (SMAW), Soldadura Mig-Mag (GMAW), Soldadura Tig (GTAW), Soldadura con alambre tubular (FCAW), Soldadura por arco sumergido (SAW).

En nuestro diseño, usaremos la Soldadura de Arco con Electrodo Revestido (SMAW) y por lo general, usaremos soldadura de filete en juntas tipo T y a solape, en algunas uniones especiales usaremos chaflanes en V, U y J.

Para el cálculo de los cordones a filete usaremos las siguientes formulas:

Carga de Corte Directo:

$$f_w = \frac{P}{L_w} \quad (4.14)$$

Carga de Corte por Momento Flector:

$$f_w = \frac{M \cdot c}{I_w} = \frac{M}{Z_w} \quad (4.15)$$

Carga de Corte por Momento Torsor:

$$f_w = \frac{T \cdot c}{J_w} \quad (4.16)$$

Tamaño del Cordón de Soldadura:

$$W = \frac{f_w}{S_w} \quad (4.17)$$

Dónde:

$f_w$  : Carga de corte unitaria

$P$  : Carga actuante

$M$  : Momento flector actuante

$T$  : Momento torsor actuante

$L_w$  : Longitud efectiva del cordón

$c$  : Distancia del c.g. al extremo

$I_w$  : Momento de inercia de línea

$Z_w$  : Modulo de línea

$J_w$  : Momento de inercia polar

de línea

$W$  : Tamaño del cordón

$S_w$  : Esfuerzo permisible del cordón

## CAPITULO 5

### **SELECCIÓN DE COMPONENTES**

El Conductor Progresivo se utilizará en operaciones de mantenimiento, generalmente en paradas de planta, y otros casos excepcionales; esto significa que deberá tener una alta confiabilidad y estar sobredimensionado en su capacidad para que no existan probabilidades de falla. El torque que genere el equipo deberá ser siempre lo suficiente para poder mover el molino a plena carga y en el momento que se le necesite.

El equipo se diseñará para trabajar con uno de los molinos de bolas instalado en la planta concentradora de la Unidad Minera Selene ubicado en el departamento de Apurímac a una altitud de 4000 msnm y con una temperatura ambiente promedio de 15° C.

En el Conductor Progresivo existen muchos componentes que no necesitan ser diseñados pues son elementos, de marcas mundialmente conocidas, confiables y que han sido probados en diferentes máquinas y para diferentes tipos de industrias, estos componentes serán seleccionados según su propio catálogo, ver Anexo 2 en la parte final de este informe.



## 5.1. DATOS DE ENTRADA Y CÁLCULOS INICIALES

Datos del sistema de accionamiento del Molino de Bolas de 525 kW:

**Tabla 5.1** Datos iniciales del Molino de Bolas

<b>Motor Eléctrico</b>		
Marca		Helmke
Modelo		DO6160/07-8750
Potencia	kW	525
Voltaje	VAC	440
Corriente	Amp	844
Frecuencia	Hz	60
Velocidad	rpm	1190
<b>Reductor</b>		
Marca		Comesa
Modelo		EP-900
Potencia	kW	1044.4
Reducción	i	4.065
Max. Ingreso	rpm	1190
Max. Salida	rpm	292.74
<b>Molino</b>		
Tamaño	pies	9-1/2 x 12
Reducción	i	15.00

Realizamos algunos cálculos y completamos la tabla anterior:

**Tabla 5.2** Datos complementarios del Molino de Bolas

<b>Motor Eléctrico</b>		
Torque Nominal	N-m	4213.24
<b>Reductor</b>		
Eficiencia		0.95
Torque de Salida	N-m	16270.5
Velocidad de Salida	rpm	292.7
<b>Molino</b>		
Eficiencia		0.95
Torque de Molino	N-m	231854.1
Velocidad de Molino	rpm	19.5

Los datos mostrados corresponden a los componentes que accionan el molino durante las operaciones normales de molienda y están operativas durante el proceso productivo.

## 5.2. SELECCIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES

En esta parte detallaremos la selección de los componentes principales de nuestro equipo, partiremos desde el reductor, luego el motor, la bomba hidráulica y finalmente el motor eléctrico. En la Figura 5.1 se muestra la disposición de estos componentes respecto al molino de bolas.

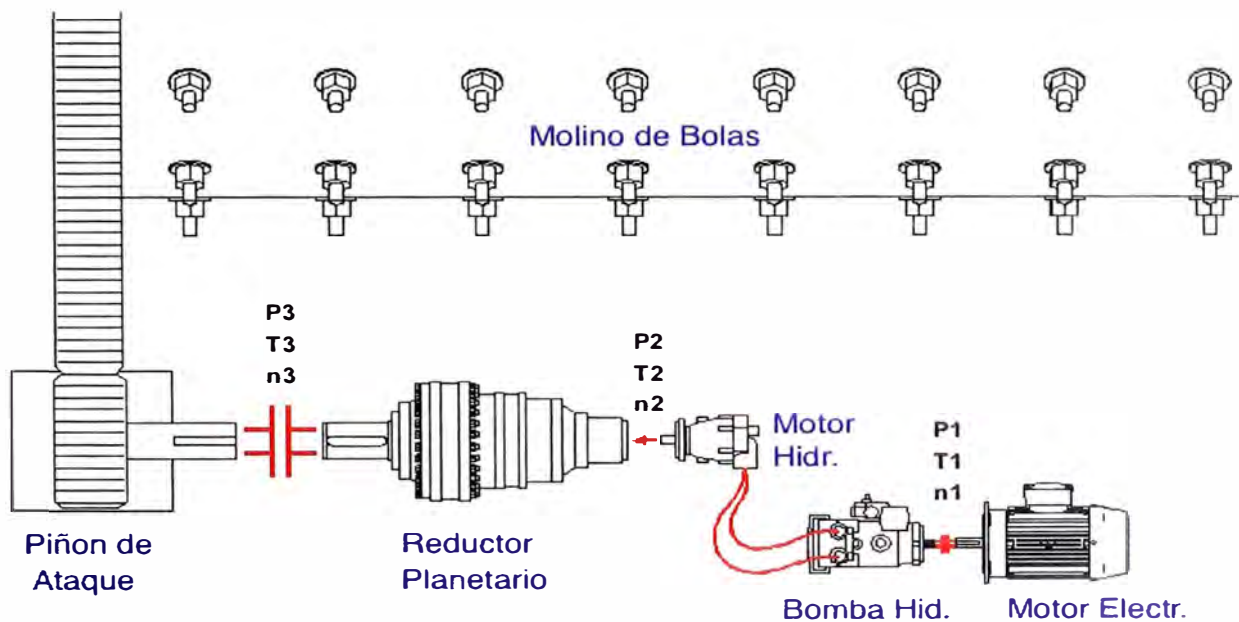


Fig. 5.1 Componentes Principales - Conexión

**5.2.1. Reductor Planetario.-** El reductor se conectará directamente al contraeje del piñón de ataque del molino (como se ve en la Figura 5.1). El sistema de accionamiento del molino, ubicado al otro lado del piñón, quedará desacoplado mientras el Conductor Progresivo este instalado. El valor del torque máximo generado por el sistema de accionamiento será un dato de entrada importante para nuestros cálculos, mas no así la velocidad pues la operación con el Conductor Progresivo es mucho más lenta.

Los cálculos los iniciaremos con los datos en el piñón de ataque. Para una operación normal se requiere un torque nominal de  $T=16270.5$  N-m, sobre este valor consideraremos un 20% adicional por sobrecargas no estimadas, redondeando obtenemos un valor de torque  $T=20000.0$  N-m. Luego, en base a la experiencia y tomando como referencia a otros equipos similares, definiremos una velocidad de rotación máxima  $n=1.25$  rpm.

**Tabla 5.3** Parámetros de diseño en el piñón de ataque

Par de Funcionamiento	$T_{3R}$	20,000	N-m
Velocidad de rotación (máx.)	$n_3$	1.25	rpm

Adicionalmente a estos dos parámetros, son necesarios otros datos de funcionamiento del Conductor Progresivo:

**Tabla 5.4** Datos adicionales de funcionamiento

<b>Maquina Accionada</b>			
Tipo de maquina		Molino de bolas	
Servicio		24	hrs
Arranques por hora		10	
Par máx. de funcionamiento	$T_{3max}$	40,000	Nm
Tiempo de vida mínima		10000	hrs
Temperatura ambiente		15	°C
Posición de funcionamiento		Horizontal	
Ambiente de trabajo		Grande	
<b>Motor de Accionamiento</b>			
Velocidad de rotación (máx.)	$n_2$	1000	rpm

Procedemos a realizar los cálculos para la selección del reductor:

Relación de Reducción  $i_{ef}$ :-

$$i_{ef} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{1000}{1.25} = 800$$

Factor de Aplicación  $K_A$ :- La máquina accionada es el molino, dentro del grupo triturador de piedras y metales, por lo tanto:  $K_A = 1.75$

Factor  $C_S$ :- El equipo tendrá hasta 10 arranques por hora, entonces:  $C_S=1.05$

Torque de Salida  $T_3$ :-

$$T_3 = T_{3R} \cdot K_A \cdot C_S \quad (5.1)$$

$$T_3 = 20,000 \cdot 1.75 \cdot 1.05 = 36,750 \text{ Nm}$$

En el catálogo de Reductores Brevini (anexo B.1, pág. 31), seleccionamos el tipo S400, y luego (anexo B.1, pág. 42) elegimos  $i_{ef} = 803.7$  que corresponde al modelo SL4004:

**Tabla 5.5** Información Técnica Reductor Brevini SL4004 /  $i=803.7$ 

$i_{ef}$	$n_2=1500$ rpm			$n_2=1000$ rpm			$T_{3MAX}$ (Nm)	$P_T$ (kW)
	$n_3$ (rpm)	$T_3$ (Nm)	$P_3$ (kW)	$n_3$ (rpm)	$T_3$ (Nm)	$P_3$ (kW)		
803.7	1.90	58,406	11.4	1.2	62,100	8.1	84,000	17

EL par máximo del reductor SL4004 es 84,000 Nm > 40,000 Nm ( $T_{3max}$ )

Potencia Térmica  $P_T$ :- De la tabla anterior, la capacidad térmica del reductor seleccionado es:  $P_T = 17 \text{ kW}$

Los factores de corrección son:  $K = 1.075$      $S = 1.030$      $R = 1.000$

La Potencia Térmica corregida es:

$$P_{T1} = P_T \cdot K \cdot S \cdot R \quad (5.2)$$

$$P_{T1} = 17 \cdot 1.075 \cdot 1.03 \cdot 1 = 18.82 \text{ kW}$$

La Potencia Objetivo de la aplicación es:

$$P_{Obj}(\text{kW}) = \frac{T_{3R}(\text{Nm}) \cdot n_3(\text{rpm})}{9550} \quad (5.3)$$

$$P_{Obj} = \frac{20,000 \cdot 1.25}{9550} = 2.62 \text{ kW}$$

Como  $P_{T1} > P_{Obj}$  ( $18.82 > 2.62$ ), entonces, no es necesario añadir un sistema auxiliar de enfriamiento del reductor.

Par de Freno  $T_{FR}$  (N-m).- El par necesario a la entrada del reductor lo definimos con las ecuaciones (4.10) y (4.11):

$$T_{FR} \cdot 803.7 > 20,000 \text{ Nm}$$

$$T_{FR} \cdot 803.7 < 1.1 \cdot 84,000 \text{ Nm}$$

$$24.88 \text{ Nm} < T_{FR} < 114.97 \text{ Nm}$$

Seleccionamos:

$$T_{FR} = 90 \text{ Nm}$$

Finalmente, elegimos la forma constructiva más conveniente para definir en su totalidad al reductor:

**Tabla 5.6** Reductor Planetario - Seleccionado

Marca :	Brevini
Modelo :	<b>SL4004/MP1/803.7/FL635/00/B3</b>
Par Nominal	62,210 N-m @ 1000 rpm
Par Máximo	84,000 N-m
Reducción	803.7
Freno Negativo	90 N-m @ 3.7-4.3 bar
Eje de Salida	Ø130mm
Brida de Entrada	SAE BB
	Eje DP 16/32 Z15
Montaje	Horizontal, coaxial, brida

**5.2.2. Motor hidráulico.**- Los datos de entrada para seleccionar el motor hidráulico son:

**Tabla 5.7** Datos para seleccionar el motor hidráulico

<b>En el motor hidráulico</b>			
Torque máximo	$T_{2max}$	49.77	Nm
Torque de trabajo	$T_2$	24.88	Nm
Velocidad de trabajo	$n_2$	1000	rpm
Eficiencia volumétrica	$\eta_v$	95	%
Eficiencia hidromecánica	$\eta_{hm}$	90	%
Eficiencia total	$\eta_T$	85	%
<b>En el sistema hidráulico</b>			
Presión de trabajo	$p$	100	bar
Presión máxima del sistema	$p_{max}$	180	bar

Desplazamiento del Motor  $v_m$ .- Usamos la ecuación (4.4)

$$v'_m = 6.28 \cdot \frac{49.77}{100 \cdot 90} \cdot 10^3 = 34.73 \text{ ccr}$$

Del catálogo del motor (anexo B.2, pág. 2), escogemos el modelo 74318 con  $v_m = 40.6$  ccr. Luego definimos otras características constructivas de manera que el motor queda con las siguientes especificaciones:

**Tabla 5.8** Motor Hidráulico - Seleccionado

Marca :	Eaton
Modelo :	<b>74318-DBD</b>
Desplazamiento	40.6 ccr.
Máxima velocidad	3600 rpm
Máxima presión	210 bar
Presión de carcasa	1.7 bar
Máximo caudal	153,7 lit/min
Brida frontal	SAE B / 2 pernos
Eje	Estriado Z-15 16/32
	DP30 (SAEJ498b)
Conexiones	ORB 1.5/16 - 12UN

Caudal de aceite  $Q$ .- Usando la ecuación (4.5), el caudal de aceite necesario para mover nuestro motor a la velocidad de 1000 rpm será:

$$Q = \frac{40.60 \cdot 1000}{95} \cdot 10^{-1} = 42.74 \text{ lpm}$$

Presión vs Torque de Trabajo.- Debido a que el verdadero desplazamiento del motor ( $v_m$ ) es mayor al calculado, los valores de torque y presión serán diferentes al inicialmente considerado, usamos la ecuación (4.6) para obtener algunos de estos valores:

**Tabla 5.9** Presión vs. Torque

Presión (Bar)	Torque (Nm)
180	104.58
100	58.10
85	49.38
45	26.14

**5.2.3. Bomba Hidráulica.-** Los datos de entrada para la selección se muestran en la siguiente tabla, la velocidad de giro de la bomba estará determinado por el tipo de motor eléctrico, que en nuestro tiene 1780 rpm.

**Tabla 5.10** Datos para seleccionar la bomba hidráulica

<b>Bomba Hidráulica</b>			
Presión máxima continua	$p_{max}$	180	Bar
Velocidad de giro	$n_1$	1780	rpm
Caudal necesario	$Q$	42.74	lpm
Eficiencia volumétrica	$\eta_v$	95	%
Eficiencia hidromecánica	$\eta_{hm}$	92	%
Eficiencia total	$\eta_T$	87	%

Desplazamiento de la bomba  $v_b$ .- Usamos la ecuación (4.2)

$$v_b' = \frac{42.74}{1780 \cdot 95} \cdot 10^5 = 25.27 \text{ ccr}$$

Del catálogo de la bomba (anexo B.3, pág. 21), escogemos el modelo 70360 con  $v_b = 40.6$  ccr. Luego, definimos otras características constructivas y de operación, la bomba quede según se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 5.11** Bomba Hidráulica - Seleccionada

Marca :	Eaton
Modelo :	<b>70360-RBC</b>
Desplazamiento	40.6 ccr
Máxima velocidad	3600 rpm
Máxima presión	210 bar
Presión de carcasa	2 bar
Máximo caudal	140 lit/min
Sentido de Giro	Derecho (Horario)
Válvula de Alivio	207 bar
Brida frontal	SAE B / 2 pernos
Eje	Estriado Z15 16/32 DP30
<b>Bomba de Carga</b>	
Desplazamiento	6.9 ccr
Presión de operación	13 bar

Caudal  $Q$ .- El caudal máx. que genera la bomba, según la ecuación (4.2) es:

$$Q = 40.60 \cdot 1780 \cdot 95 \cdot 10^{-5} = 68.65 \text{ lpm}$$

**Potencia Necesaria P.-** La potencia se calculará considerando que la bomba no va a trabajar con la máxima presión y el máximo caudal al mismo tiempo. Debido a que la bomba es de flujo variable, pudiendo incluso llegar a cero ( $Q=0$ ), contemplaremos que la presión de trabajo (100 bar) se dará al caudal requerido ( $Q=42.74$  lpm). Cuando sea necesario un mayor torque, la presión podrá incrementarse pero a un caudal menor, usamos la ecuación (4.3).

$$P_1 = \frac{42.74 \cdot 100}{6 \cdot 87} = 8.19 \text{ kW} = 11.13 \text{ HP}$$

**5.2.4. Motor Eléctrico.-** La velocidad de giro de 1780 rpm corresponde a un motor de 4 polos, el rendimiento aproximado es  $\eta=88.2\%$ .

**Factor Ambiente F<sub>A</sub>-** Para una temperatura ambiente de 15°C y una altitud de 4000 msnm, el factor por ambiente es:  $F_A=0.94$ . Con estos datos calculamos la potencia que debe tener el motor eléctrico:

$$P_{ME} = \frac{P_1}{F_A \cdot \eta} \quad (5.4)$$

$$P_{ME} = \frac{8.19}{0.94 \cdot 0.882} = 9.87 \text{ kW} = 13.43 \text{ HP}$$

En el catálogo respectivo (anexo B.4), seleccionamos otras características para el motor eléctrico:

**Tabla 5.12 Motor Eléctrico - Seleccionado**

Marca :	Weg
Modelo :	<b>W-21 / 15 HP</b>
Potencia	11 kW (15 HP)
Voltaje	220 / 380 / 440 VAC
Amperaje	39.2 / 22.7 / 19.6 Amp
Frecuencia	60 Hz
Velocidad	1780 rpm – 4 Polos
Carcasa / Protección	132M / IP55
Factor de Servicio	1.15
Forma Constructiva	B35D / Brida Tipo FF



### 5.3. SELECCIÓN DE COMPONENTES HIDRÁULICOS

Definiremos el diagrama hidráulico tomando como base el sistema hidrostático mostrado en la Figura 4.2.

La bomba seleccionada incluye: la bomba de carga, las válvulas de alivio cross-over y la válvula de alivio de carga, todos estos elementos forman un solo componente, en la Fig. 5.2 se muestra su representación esquemática.

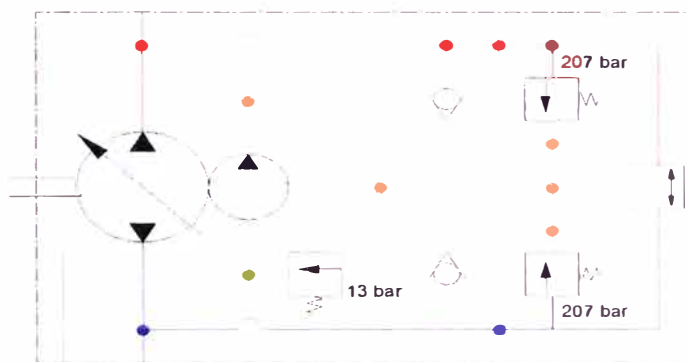


Fig. 5.2 Bomba Hidrostática - Diagrama

Algunas de las válvulas que usaremos son del tipo cartucho, estas nos permiten un mejor aprovechamiento de los espacios y un ahorro de conexiones. Como se muestra en la Figura 5.3, las válvulas Hot oil, Shuttle y de Alivio están agrupadas en un solo bloque.

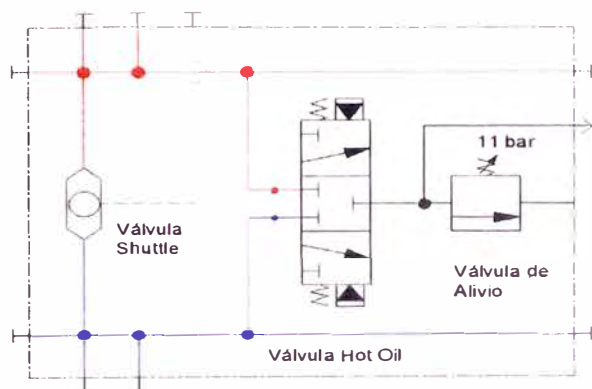


Fig. 5.3 Bloque de Válvulas

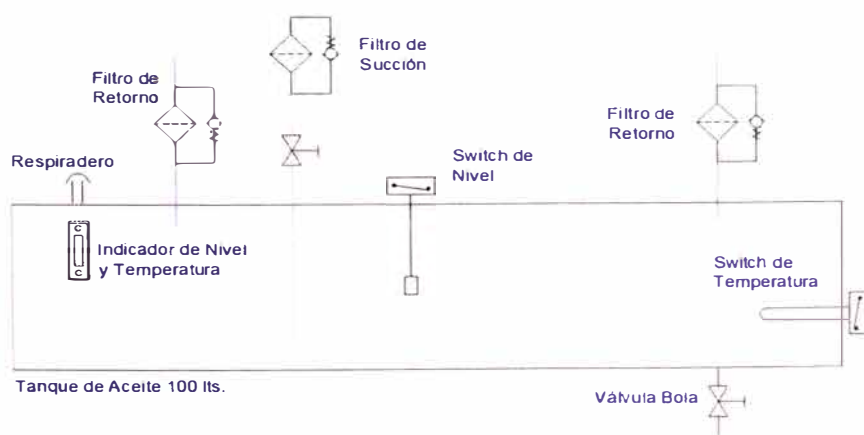


Fig. 5.4 Tanque de Aceite

El tanque de aceite contendrá: Switches de nivel y temperatura, filtros, tapón de llenado, indicador de nivel y tapa de mantenimiento.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y el funcionamiento del equipo, el diagrama hidráulico de nuestro equipo queda de la siguiente manera:

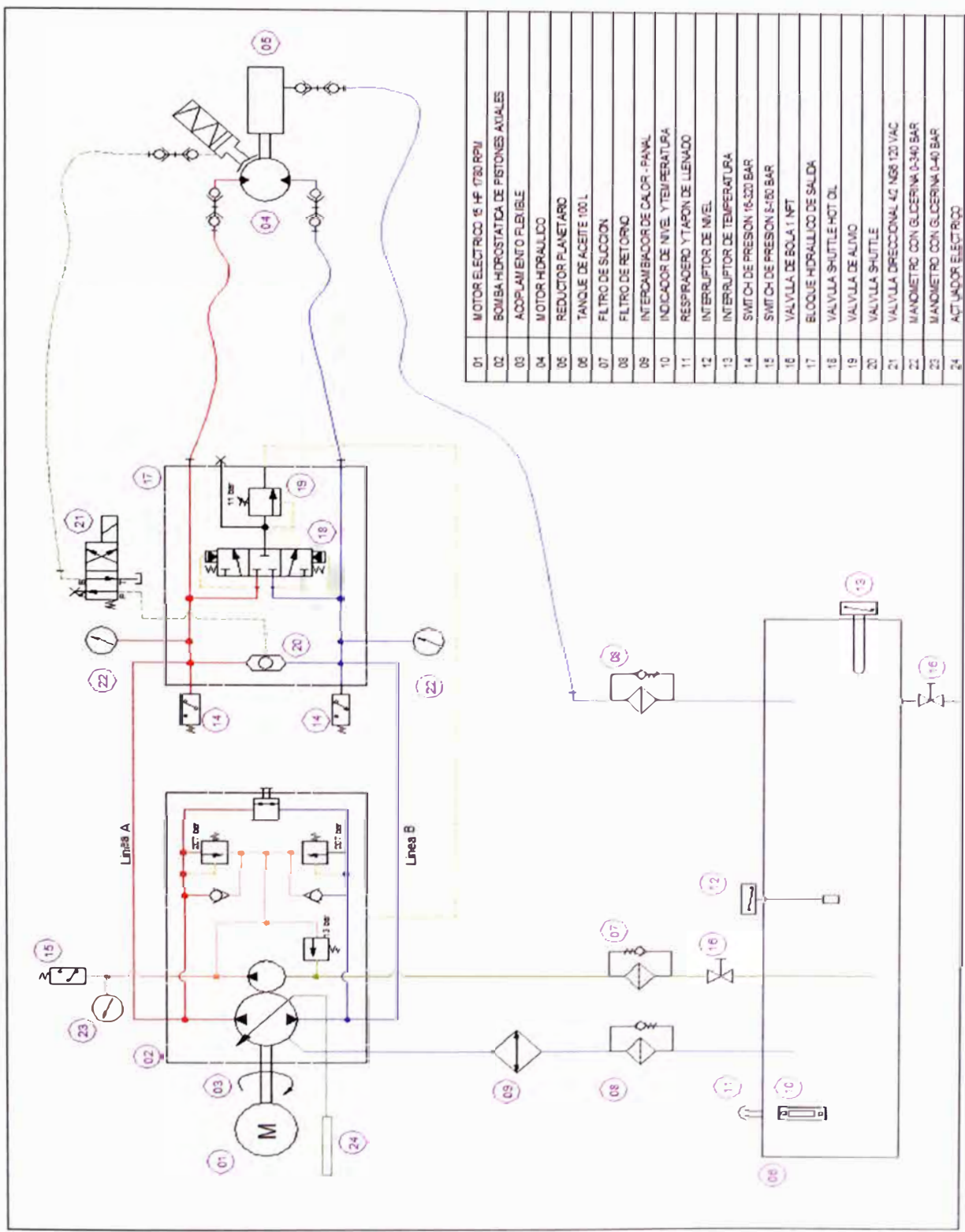


Fig. 5.5 Diagrama Hidráulico

Ya hemos realizado la selección de los principales componentes: Reductor planetario, motor hidráulico, bomba y motor eléctrico. A continuación definiremos y seleccionaremos los demás componentes del diagrama. Consideraremos el valor del caudal de aceite  $Q=50$  lit/min y la presión máxima  $p=200$  bar.

**5.3.1. Intercambiador de Calor.-** La selección del intercambiador de calor se realiza en base al calor que es necesario disipar, por regla general se considera este calor como  $1/3$  de la potencia del equipo. Los datos adicionales que usaremos son:

**Tabla 5.13** Datos para seleccionar el Intercambiador

Potencia a Disipar	3.67 kW
Temperatura de Ingreso (máx.)	60 °C
Temperatura ambiente	15 °C

Utilizando la ecuación (4.7), la potencia específica de calor resulta:

$$P_{EC} = \frac{3.67}{60 - 15} = 0.0815 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

Con este dato, seleccionamos el intercambiador adecuado (anexo B.5):

**Tabla 5.14** Intercambiador - Seleccionado

Marca :	Emmegi
Modelo :	<b>MG2015K</b>
Flujo máximo @ 50 lts.	80 lts. 0.1 kW/°C

**5.3.2. Tanque de Aceite.-** Debido a que se trata de un sistema hidrostático, se puede considerar al equipo como móvil, escogeremos un tanque con capacidad de 100 lts. Teniendo en cuenta además que debe haber una capa de aire adicional, el volumen total del tanque será de 115 lts. Finalmente se debe considerar que exista el espacio suficiente para ubicar los elementos que van en el tanque.

**5.3.3. Filtros.-** El caudal para la selección de los filtros de succión y de retorno es 50 lpm (15 gpm), el aceite que usaremos es ISO VG46 cuya viscosidad cinemática a 40°C es de 46 cSt (214 SSU).

Los componentes hidráulicos que usaremos, requieren un grado de limpieza calidad ISO 18/15 (según ISO 4406) que corresponde aprox. a 10 µm.

Seleccionaremos un filtro cuya máxima pérdida de presión sea 7 psi (0.5 bar), que es un valor probado y recomendado para filtros de retorno y succión y que permite un tiempo de vida óptimo del filtro.

Del catálogo (anexo B.7), elegimos el filtro SF6730 (10 µm), que para 15 gpm tiene una caída de presión de 3 psi, este valor considera una viscosidad de 30 cSt (141 SSU) por lo que será necesario corregirlo mediante el factor K, detallado en la siguiente ecuación:

$$K = \frac{v}{141} + \sqrt{\frac{v}{141}} \quad (5.4) \quad K = \frac{214}{141} + \sqrt{\frac{214}{141}} = 2.14$$

Corregimos el valor de la caída de presión y obtenemos:

$$\Delta p = 2.14 \cdot 3 \text{ psi} = 6.42 \text{ psi} < 7 \text{ psi}$$

Finalmente seleccionamos el cabezal y el manómetro adecuados:

**Tabla 5.15** Filtros - Seleccionados

	<b>Filtro de Retorno</b>	<b>Filtro de Succión</b>
	Marca : Stauff	
<b>Cabezal</b>	<b>SSF-120-25</b>	<b>SSF-120-03</b>
Caudal máx.	60 gpm	12 gpm
Presión Trabajo	200 psi	200 psi
By-Pass	25 psi	03 psi
<b>Elemento de Filtro</b>	<b>SF-6730</b>	<b>SF-6730</b>
Conexión	1-1/2-16 UNF	1-1/2-16 UNF
Presión Trabajo	200 psi	200 psi
Grado de Filtración	10 µm	10 µm
<b>Manómetro de Saturación</b>	<b>CI-20</b>	<b>GV-5</b>
Zona roja	25 psi	5 psi
Tamaño de Dial	2"	2"

**5.3.4. Bloque de Válvulas.-** Seleccionaremos las válvulas tipo cartucho que van insertadas en el bloque, usaremos el catálogo del anexo B.6 y consideraremos  $Q=50$  lpm y  $p=200$  bar.

**Tabla 5.16** Válvula Hot Oil - Seleccionada

Marca :	Sun
Modelo :	<b>DSEH-XHN</b>
Máxima presión	350 bar
Presión de cambio	14 bar
Máximo caudal	120 lpm
$\Delta p @ 50$ lts.	4 bar

**Tabla 5.17** Válvula de Alivio - Seleccionada

Marca :	Sun
Modelo :	<b>RPGC-LNN</b>
Máxima presión	350 bar
Rango ajuste Presión	4 - 55 bar
Máximo caudal	200 lpm
$\Delta p @ 50$ lts.	3 bar

**Tabla 5.18** Válvula Shuttle - Seleccionada

Marca :	Sun
Modelo :	<b>CSAD-XXN</b>
Máxima presión	350 bar
Caudal	10 lpm
Nota: Al ser una válvula que solo emite señal hidráulica, el flujo ya está definido y es un valor pequeño	

**5.3.5. Otros componentes hidráulicos.-** Todos los demás componentes se elegirán según el tamaño y rango que se necesite:

**Tabla 5.19** Indicador de Nivel y Temperatura 5"

Marca :	Stauff
Modelo :	<b>SNA-127</b>
Temperatura	-10°C a 90°C
Distancia de pernos	127mm
Pernos	M12 (2x)

**Tabla 5.20** Respiradero y Tapón de Llenado

Marca :	Stauff
Modelo :	<b>SES3-P40-S80</b>
Nivel de filtración	-40 um
Flujo de aire máx.	25 cfm

**Tabla 5.21** Manómetros con glicerina

Marca :	Stauff	
Modelo :	<b>SPG-63-5000P</b>	<b>SPG-63-0600P</b>
	<b>Alta Presión (2x)</b>	<b>Baja Presión</b>
Presión máx.	350 bar	40 bar
Temperatura	-20°C a 60°C	-20°C a 60°C
Tipo de montaje	Panel	Panel
Nota: Funcionan bajo el principio de tubo Bourdon.		

**Tabla 5.22** Switch de Temperatura

Marca :	Emmegi
Modelo :	<b>TC2</b>
Rango Temperatura	0°C a 90°C
Grado de Protección	IP 40
Nota: Termostato de inmersión del tipo bulbo	

**Tabla 5.23** Switch de Nivel

Marca :	Madison
Modelo :	<b>M4500</b>
Material Flotador	Buna N / Laton
Temperatura máx.	200°C
Nota: Son recomendables los flotadores magnéticos	

**Tabla 5.24** Presostatos

Marca :	Stauff	
Modelo :	<b>MAP-320</b>	<b>MAP-40</b>
	<b>Alta Presión</b>	<b>Baja Presión</b>
Presión máx.	650 bar	650 bar
Rango de Presión	16 – 320 bar	3 – 40 bar
Nota: Realizan un cambio en el contacto eléctrico (abrir/cerrar) cuando la presión hidráulica alcanza un valor establecido.		

## 5.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico del Conductor Progresivo está compuesto, básicamente, por tres sub-sistemas bien definidos: el Sistema de Potencia, el Sistema de Control Eléctrico y el Sistema de Control Electrónico. En los planos adjuntos se detallan cada uno de ellos. Daremos una breve explicación.

**5.4.1. Sistema de Potencia.-** La línea principal es una tensión trifásica de 440 VAC que alimenta al motor eléctrico de 15HP, este último tiene una conexión tipo estrella triangulo. En esta línea se cuenta con una llave termomagnética (QFF) para protección contra sobrecargas y cortocircuitos, un contactor de fuerza (K1M) que permite el arranque del motor eléctrico y que se activara solamente cuando se satisfagan las condiciones para el funcionamiento del equipo (nivel y temperatura).

De la línea trifásica se deriva una línea monofásica en donde se tiene un transformador (TR) de 440 a 110 VAC que es el voltaje que se usara en el circuito de control, en esta línea se han instalado tres fusibles de protección.

**5.4.2. Sistema de Control Eléctrico.-** Funciona con una tensión de 110 VAC, encontramos los siguientes elementos:

Relés de Control: (K1) encendido del motor eléctrico, (K2) temperatura alta de aceite, (K3) nivel bajo de aceite, (K4) presión alta, (K5) electroválvula de freno, (K6) prueba de lámparas y (K7) temporizador del motor eléctrico.

Señales Luminosas: (H1H) temperatura alta de aceite, (H2H) nivel bajo de aceite, (H3H) presión alta, (H4H) motor encendido, (H5H) motor apagado y (H6H) sistema energizado.

Pulsadores: (S1.1) arranque de motor, (S1.2) prueba de lámparas, (ES) parada de emergencia, (SO) parada de motor.

Fuente de Alimentación (FT1): con una tensión de ingreso de 110 VAC y tensiones de salida de 12 VDC y 6 VDC para los componentes electrónicos.

**5.4.3. Sistema de Control Electrónico.-** Aquí interactúan el PLC Logo, el actuador eléctrico Addco, el Mando y las diferentes señales de los sistemas hidráulico y eléctrico.

El PLC tiene la función de temporizar las señales eléctricas de: Motor eléctrico encendido, alta presión de aceite y baja presión de la bomba de carga; Asimismo debe controlar la interfase de potencia (IDP) para regular el desplazamiento del actuador eléctrico. El PLC tiene las siguientes entradas y salidas:

**Tabla 5.25** Entradas y Salidas del PLC Logo

<b>Entradas Digitales</b>	
I1	Confirmación de motor eléctrico encendido
I2	Alta presión de aceite
I3	Baja presión en Bomba de Carga
I4	Control manual de Joystick levantado
<b>Entradas Analógicas</b>	
I7	Setpoint de posición de potenciómetro del Joystick
I8	Feedback de posición del actuador Addco
<b>Salidas Digitales</b>	
Q1	Movimiento de extensión del Addco
Q2	Movimiento de retracción del Addco
Q3	Temporizador del motor eléctrico en el encendido
Q4	Temporizador de baja presión en la bomba de carga

En resumen, accionando el Mando se debe lograr el movimiento del actuador Addco en uno u otro sentido, esta acción libera a la vez el freno del reductor.



## CAPITULO 6

### CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En este capítulo realizaremos los cálculos estructurales de los elementos principales, usaremos métodos de cálculos tales como: Resistencia de Materiales y Métodos de Elementos Finitos (FEM).

En el análisis por FEM, para el esfuerzo equivalente máximo, se usará el criterio de Von Mises y se considerará un Factor de Seguridad (FS) mínimo de dos ( $FS \geq 2$ ), el software a usar es el analizador FEM del Inventor. En los cálculos por Resistencia de Materiales, también se considerará este valor.

Los materiales que emplearemos y sus propiedades principales se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 6.1** Materiales - Propiedades

<b>Designación Técnica</b>		<b>ASTM A-36</b>	<b>SAE 1045</b>	<b>AISI - 4340 H</b>
Nombre Comercial		Plancha Estructural	Acero H (Boehler)	Acero VCN (Boehler)
Composición	%	C0.26 - Si0.40 P0.04 - S0.05	C0.45 - Si0.3 Mn0.7	C0.34 - Si0.3 Mn0.5 - Cr1.5 Ni1.5 - Mo0.2
Limite de Fluencia - $S_y$	kg/mm <sup>2</sup>	25.5	42.0	80.0
Limite de Rotura - $S_t$	kg/mm <sup>2</sup>	40.8	70.0	110.0
Coeficiente de Poisson		0.30	0.30	0.30

## 6.1. SOPORTE DEL REDUCTOR

El soporte del reductor es una base fabricada con planchas de acero estructural ASTM-A36 y unidas entre sí mediante soldadura E-7018. La Figura 6.1 nos muestra sus dimensiones principales, mayores detalles en el plano PM-03.

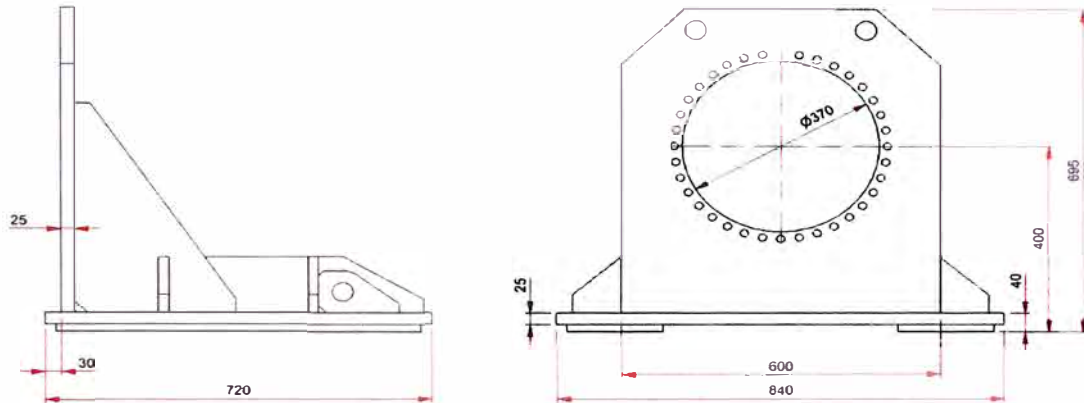


Fig. 6.1 Soporte de Reductor – Dimensiones

Utilizaremos para nuestros cálculos, el par máximo de funcionamiento cuyo valor es  $T_{3\max} = 47,000 \text{ Nm}$  y que corresponde a una presión hidráulica de 100 bar.

**6.1.1. Análisis FEM.-** Como primer paso realizamos el Diagrama de Cuerpo Libre (DCL) y a continuación procedemos a realizar el enmallado de la estructura, asignamos las cargas actuantes, las restricciones y el material a todos los elementos. Para finalizar realizamos el análisis y obtenemos los esfuerzos actuantes, las deformaciones producidas y el factor de seguridad.

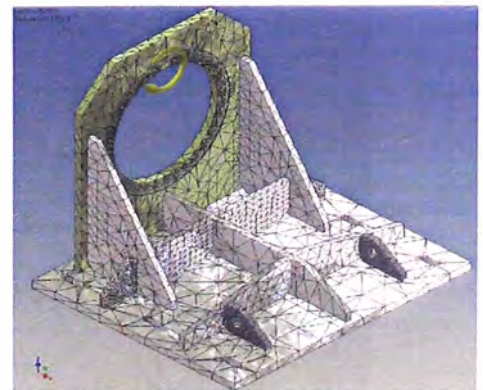
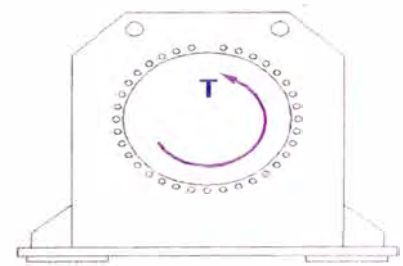


Fig. 6.2 DCL y Enmallado

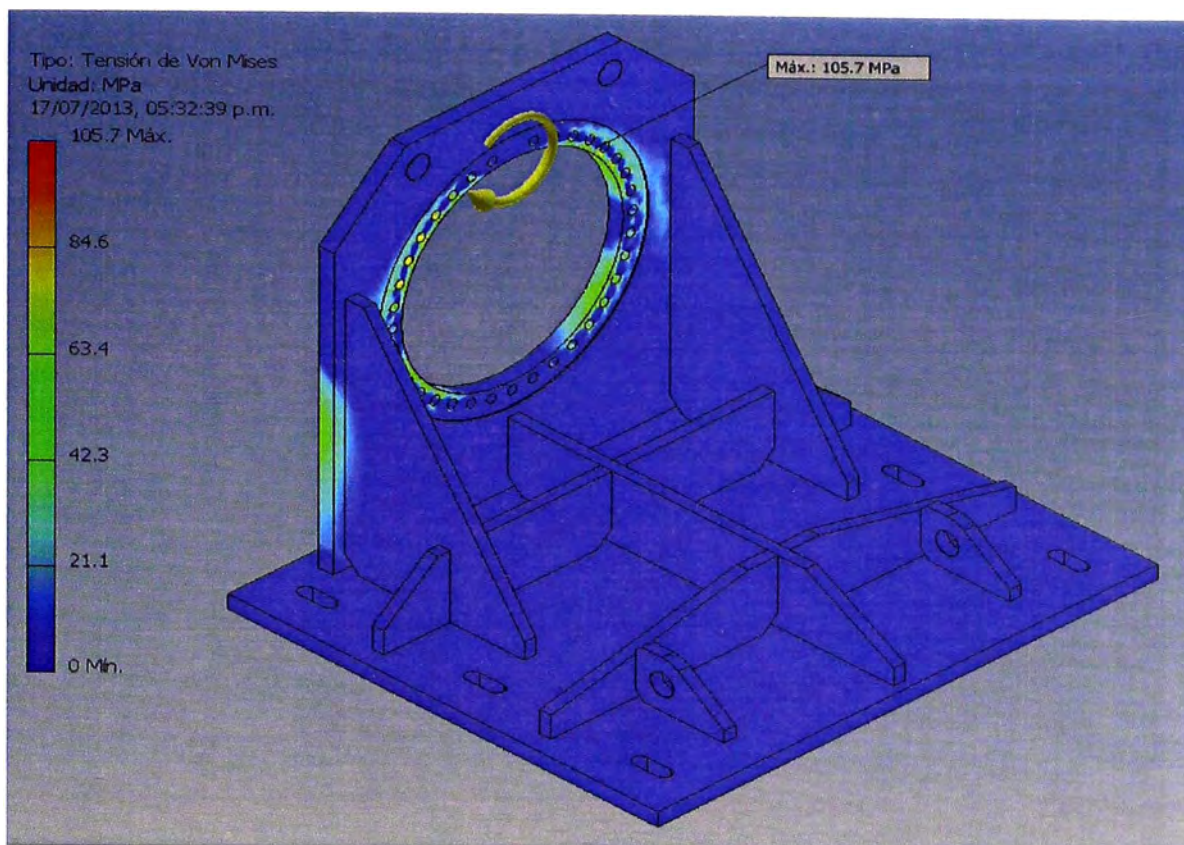


Fig. 6.3 Diagrama de Esfuerzos

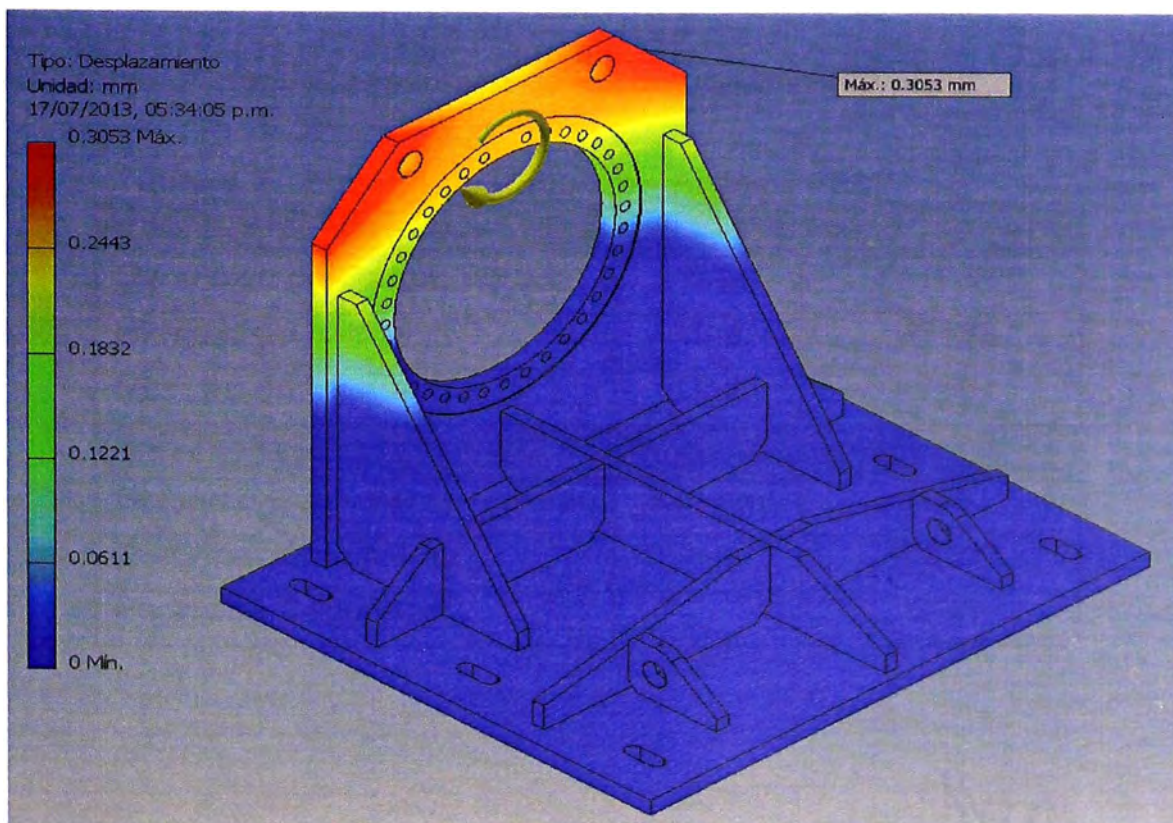


Fig. 6.4 Diagrama de Deformaciones

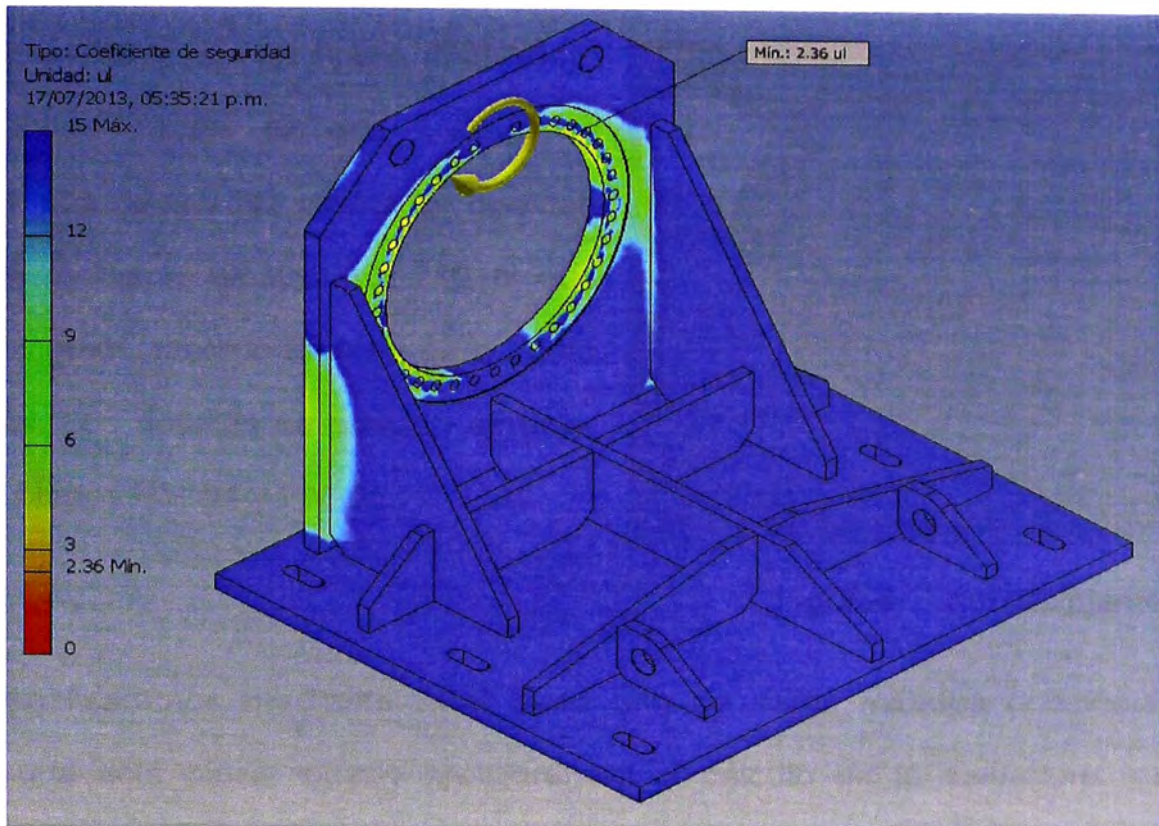


Fig. 6.5 Factor de Seguridad

Hacemos un pequeño resumen de los resultados obtenidos:

**Tabla 6.2** Soporte de Reductor - Análisis FEM

<b>Datos del Análisis</b>		
Condición de Carga: Torque	<b>N-m</b>	<b>T=47,000</b>
Numero de Nodos	Und.	35133
Numero de Elementos	Und.	17381
<b>Resultados</b>		
Esfuerzo Equivalente máximo	Kg/mm <sup>2</sup>	10.57
Deformación máxima	mm	0.3053
Factor de Seguridad		2.36

## 6.2. ACOPLAMIENTO

Esta fabricado en Acero SAE-1045, cada mitad consta de dos piezas: un disco y una bocina las cuales se sueldan entre si mediante electrodo E-11018, que es el mas recomendable para este material. Los detalles se pueden apreciar en los planos PM-04 y PM-05.

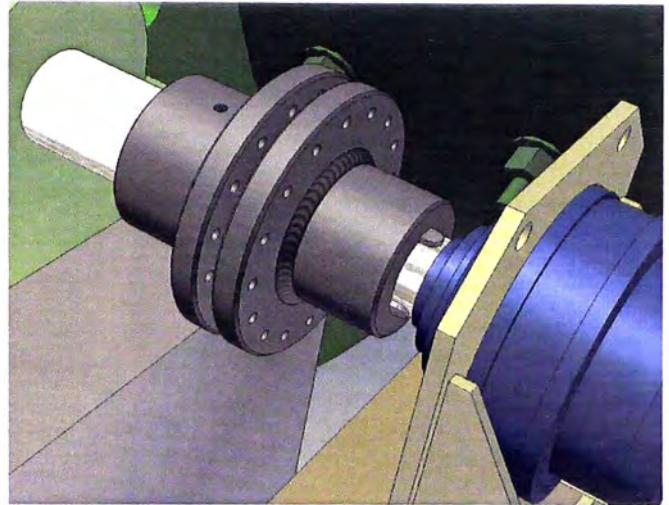


Fig. 6.6 Acoplamiento

Analizaremos mediante FEM cada una de estas mitades considerándolas como una sola pieza. Luego realizaremos el cálculo de la soldadura mediante Resistencia de Materiales. Como carga actuante, usaremos el mismo valor del caso anterior. Las dimensiones principales del acoplamiento se muestran en la Fig. 6.7.

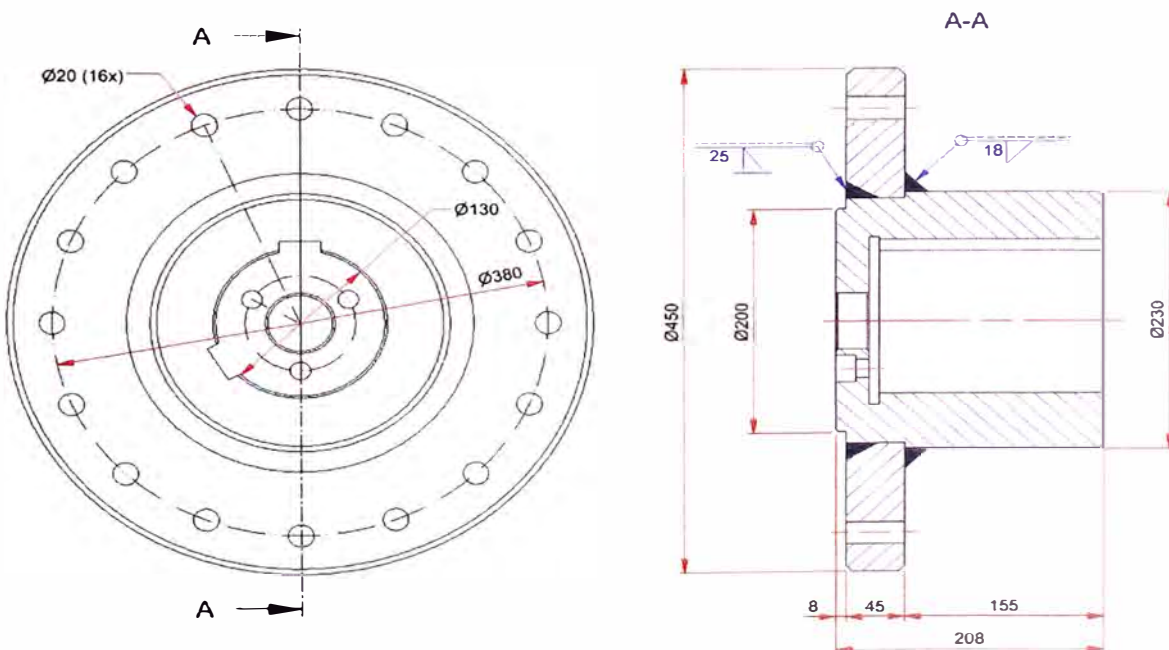


Fig. 6.7 Acoplamiento - Dimensiones

**6.2.1. Análisis FEM.-** Se muestra el enmallado del acoplamiento, luego del análisis se obtiene la siguiente tabla de resultados y además se muestran los gráficos correspondientes.

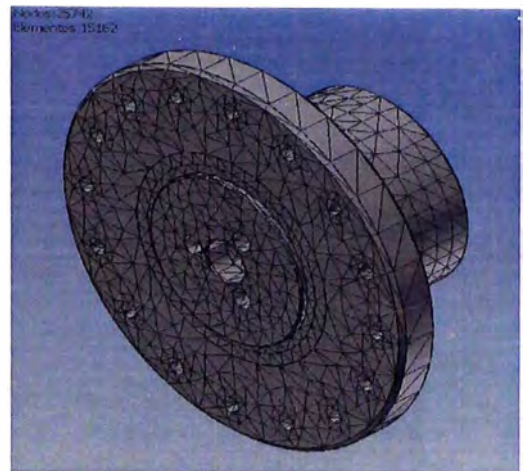


Fig. 6.8 Acoplamiento - Enmallado

**Tabla 6.3** Acoplamiento - Análisis FEM

<b>Datos del Análisis</b>		
Condición de Carga: Torque	<b>N-m</b>	<b>T=47,000</b>
Numero de Nodos	Und.	25742
Numero de Elementos	Und.	15162
<b>Resultados</b>		
Esfuerzo Equivalente máximo	Kg/mm <sup>2</sup>	11.62
Deformación máxima	mm	0.03834
Factor de Seguridad		3.18

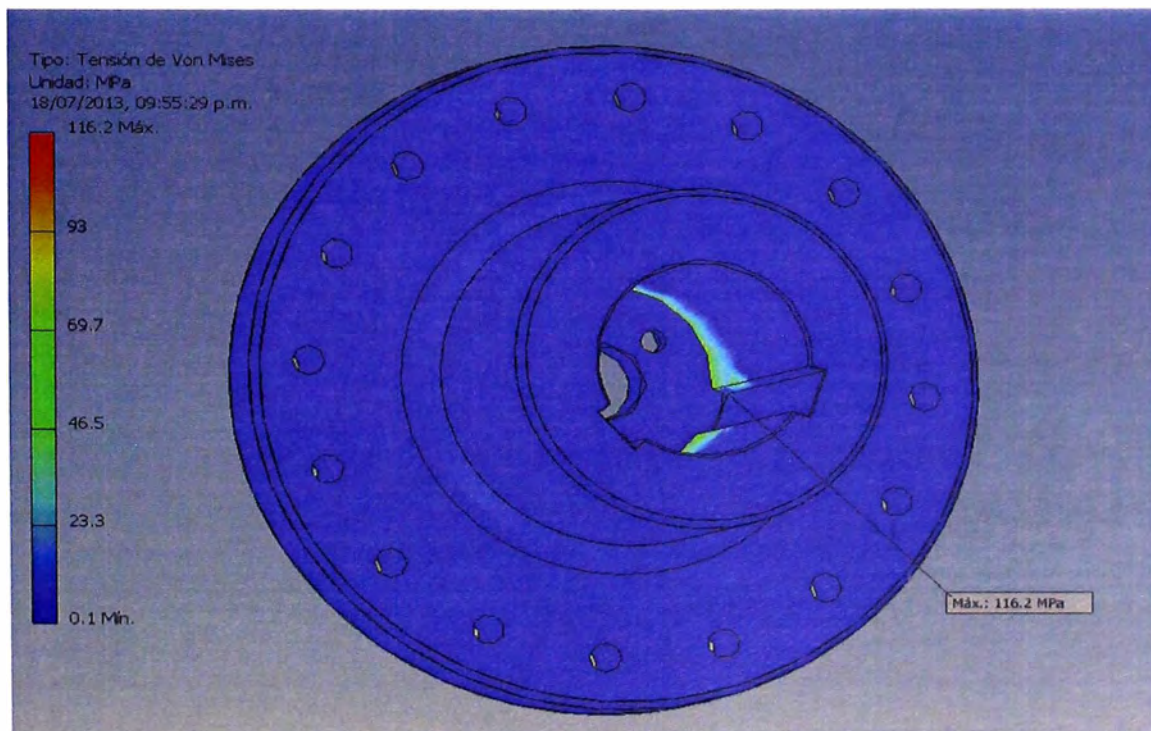


Fig. 6.9 Esfuerzo de Von Mises

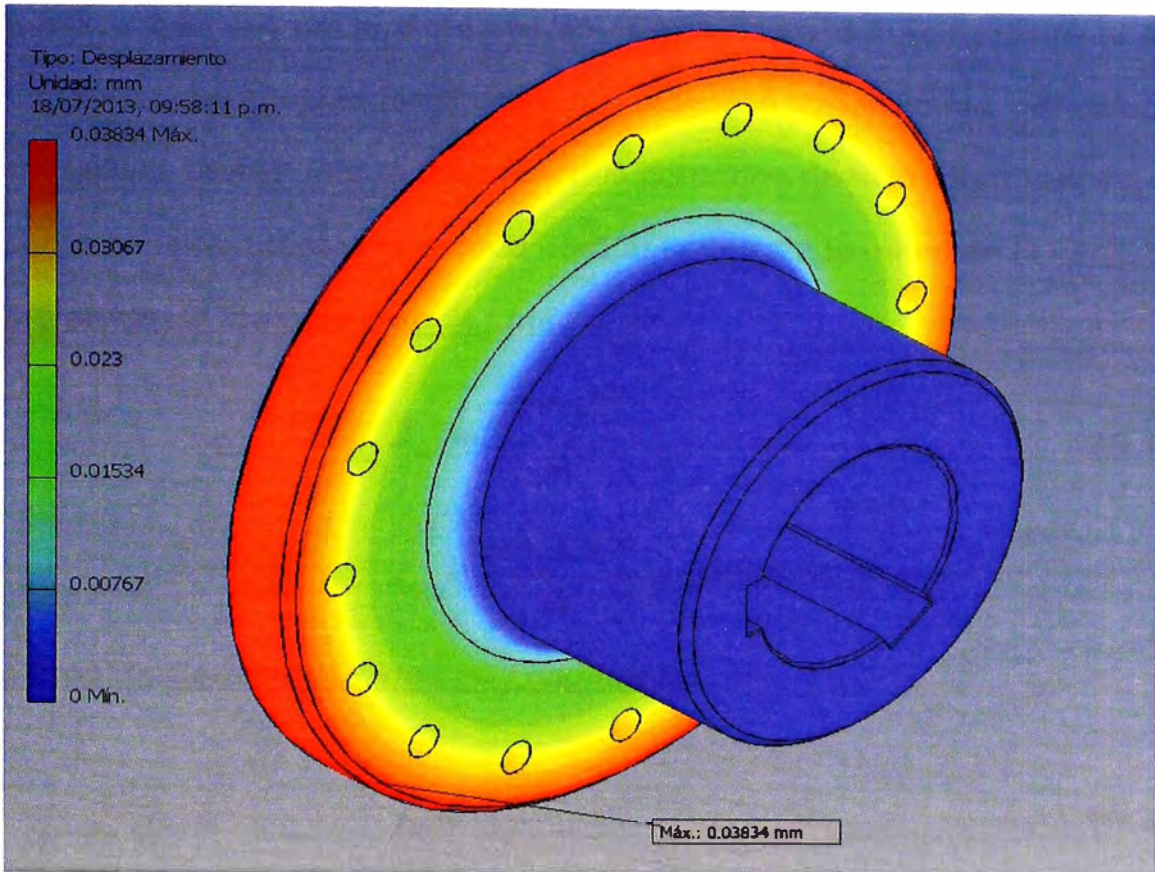


Fig. 6.10 Diagrama de Deformaciones

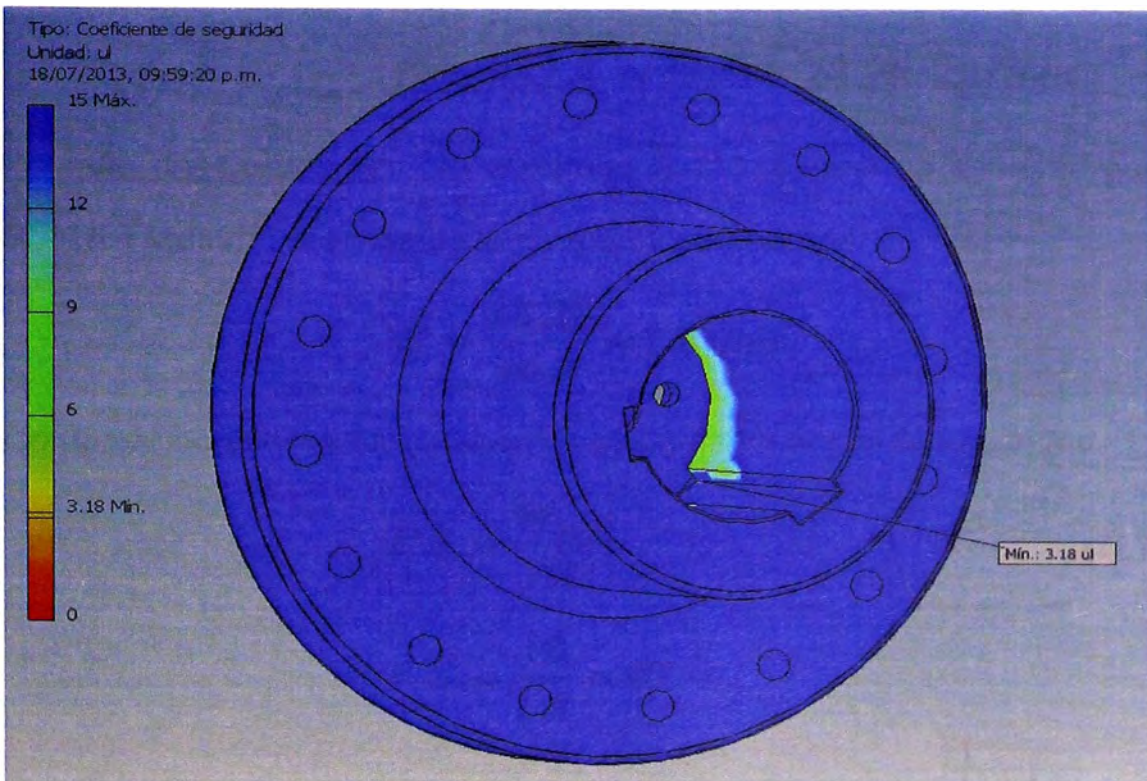


Fig. 6.11 Factor de Seguridad

**6.2.2. Cálculo de la Soldadura.-** En la figura 6.7 se muestra el corte de una mitad del acoplamiento con las principales dimensiones y el detalle de la soldadura. Debido a que tenemos dos cordones de soldadura que soportan la carga consideraremos que cada cordón soportara la mitad de la carga total.

Momento de Inercia Polar de Línea  $J_w$ :

$$J_w = \frac{\pi \cdot d^3}{4} \quad (6.1)$$

$$J_w = \frac{\pi \cdot 230^3}{4} = 9555939.5 \text{ mm}^3$$

Carga de Corte por Unidad de Longitud  $f_w$ :

$$f_w = \frac{T \cdot c}{J_w} \quad (6.2)$$

$$f_w = \frac{23500000 \text{ (Nmm)} \cdot 230/2 \text{ (mm)}}{9555939.5 \text{ (mm}^3)}$$

$$f_w = 282.8 \text{ N/mm} = 28.28 \text{ kg/mm}$$

Tamaño del Cordón  $W$ : El electrodo E-11018 tiene un esfuerzo permisible  $S_w=16.4 \text{ kg/mm}^2$ , realizamos la división y obtenemos:

$$W = \frac{28.28}{16.4} = 1.8 \text{ mm}$$

Comparando este valor, obtenemos el siguiente factor de seguridad.

$$F.S. = \frac{W_{Real}}{W} \quad (6.3)$$

$$F.S. = \frac{18}{1.8} = 10$$



### 6.3. PERNOS

Calcularemos dos grupos de pernos: los que sujetan el reductor a su soporte y los pernos que unen las dos mitades del acoplamiento. En el primer grupo se verificara la capacidad de los pernos pues el diámetro de estos ya viene determinado en el reductor, en el segundo grupo se calculara el diámetro necesario para soportar el torque requerido.

Se tendrán en cuenta 2 casos de carga: en el primer caso los pernos toman la carga de corte; en el segundo las superficies de contacto toman la carga de corte.

**6.3.1. Pernos del Reductor.-** El reductor cuenta en la brida con 35 pernos M14 distribuidos en una circunferencia de Diámetro = 400 mm. que lo fijan a su soporte, ver Figura 6.12.

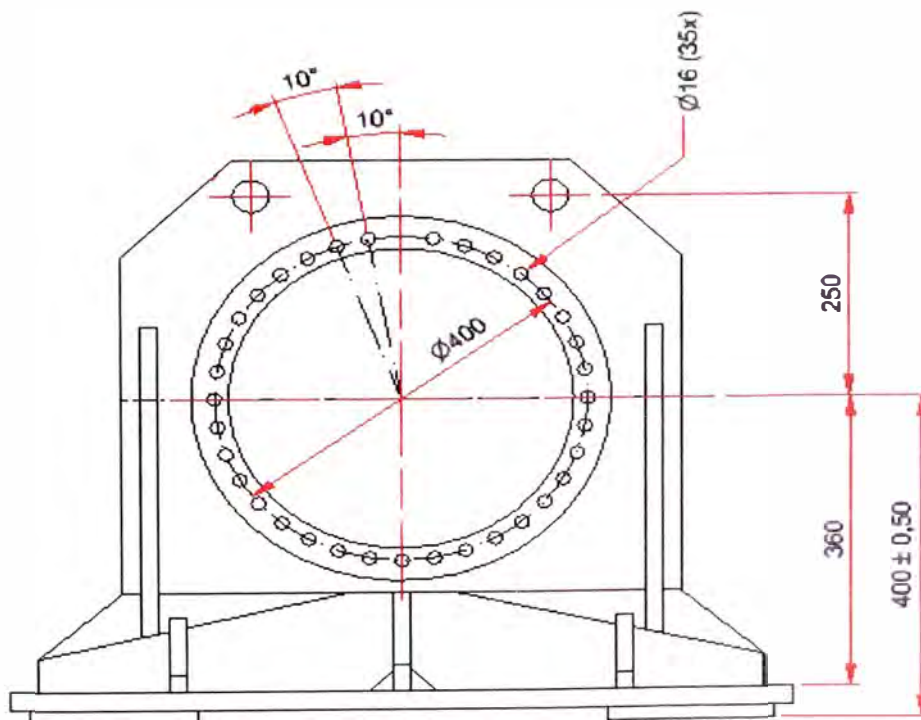


Fig. 6.12 Soporte Reductor - Brida

El Perno toma la Carga de Corte.- Debido a un ajuste inadecuado, los pernos toman la carga de corte generado por el momento torsor, el valor de esta fuerza de corte es:

$$F_s = \frac{2 \cdot T}{35 \cdot D} \quad (6.4)$$

$$F_s = \frac{2 \cdot 47000 \text{ (Nm)}}{35 \cdot 400 \text{ (mm)}} = 6714.3 \text{ N} \approx 671.4 \text{ kg}$$

Además, no existe fuerza de tracción ( $F_T=0$ ), entonces de acuerdo al criterio de máximo esfuerzo cortante, la carga equivalente en el perno es:

$$F_e = \sqrt{F_T^2 + 4F_s^2} \quad (6.5)$$

$$F_e = \sqrt{0^2 + 4 \cdot 671.4^2} = 1342.8 \text{ kg}$$

El esfuerzo actuante en cada perno resulta ser:

$$\sigma = \frac{F_e}{A_s} \quad (6.6)$$

$$\sigma = \frac{1342.8}{118} = 11.38 \text{ kg/mm}^2$$

El perno es de grado 10.9 siendo su limite de fluencia es  $S_y=94 \text{ kg/mm}^2$  y el esfuerzo de diseño  $S_d=0.4S_y=37.6 \text{ kg/mm}^2$ . Con estos datos obtenemos el factor de seguridad para el perno:

$$F.S. = \frac{S_D}{\sigma} \quad (6.7)$$

$$F.S. = \frac{37.6}{11.38} = 3.30$$

La Superficie de Contacto toma la Carga de Corte.- Debido a un buen ajuste de los pernos, las superficies de contacto toman la carga de corte y los pernos quedan sometidos únicamente a una fuerza de tracción cuyo valor deberá estar entre los siguientes límites:

$$F_i + \frac{F_i}{\mu} \leq F_e \leq 0.6 \cdot S_y \cdot A_s \quad (6.8)$$

$$0 + \frac{671.4}{0.30} \leq F_e \leq 0.6 \cdot 94 \cdot 118$$

$$2238.0 \text{ kg} \leq F_e \leq 6655.2 \text{ kg}$$

Consideraremos:

$$F_e = 2500 \text{ kg}$$

Usando la ecuación (6.6), el esfuerzo actuante en cada perno será:

$$\sigma = \frac{2500}{118} = 21.18 \text{ kg/mm}^2$$

El esfuerzo de diseño es  $S_d = 0.6S_y = 56.4 \text{ kg/mm}^2$ , nuestro F.S. resulta:

$$F.S. = \frac{56.40}{21.18} = 2.66$$

El torque de ajuste, considerando pernos lubricados, es:

$$T = 0.15 \cdot F_i \cdot d_o \quad (6.9)$$

$$T = 0.15 \cdot 2500 \cdot 14 \cdot \frac{10}{1000} = 52.50 \text{ Nm}$$

Los resultados obtenidos los resumimos en la siguiente tabla:

**Tabla 6.4** Pernos del Reductor – Resultados

		<b>Caso 1</b>	<b>Caso 2</b>
Numero de Pernos		35	
Diámetro de Pernos	<b>mm</b>	M14	
Diámetro entre Centros	<b>mm</b>	400	
Torque Actuante	<b>N-m</b>	47000.00	
Fuerza Equivalente	<b>Kg</b>	1342.86	2500.00
Esfuerzo Actuante	<b>Kg/mm<sup>2</sup></b>	11.38	21.19
Factor de Seguridad		<b>3.30</b>	<b>2.66</b>
Torque de Ajuste	<b>N-m</b>		50.00

**6.3.2. Pernos del Acoplamiento.-** Tal como se muestra en la Figura 6.7, el acoplamiento trabajara con 16 pernos M18 distribuidos en una circunferencia de 380 mm de diámetro, los cuales mantendrán unidos las dos mitades del mismo durante la operación del equipo. Seguiremos el mismo procedimiento, anteriormente detallado, para calcular los pernos del acoplamiento. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 6.5** Pernos del Acoplamiento – Resultados

		<b>Caso 1</b>	<b>Caso 2</b>
Numero de Pernos		16	
Diámetro de Pernos	<b>mm</b>	M18	
Diámetro entre Centros	<b>mm</b>	380	
Torque Actuante	<b>N-m</b>	47000.00	
Fuerza Equivalente	<b>Kg</b>	3092.11	5500.00
Esfuerzo Actuante	<b>Kg/mm<sup>2</sup></b>	14.72	26.19
Factor de Seguridad		<b>2.55</b>	<b>2.15</b>
Torque de Ajuste	<b>N-m</b>		150.00

## CAPITULO 7

# **C O S T O S**

En este último capítulo calcularemos el costo total de nuestra máquina, para lo cual agruparemos los diferentes elemento en: componentes (adquisiciones) y fabricaciones, determinaremos el costo de cada uno de ellos y al final realizaremos el resumen incluyendo en ella la mano de obra por el montaje y las pruebas.

### **7.1. COSTO DE COMPONENTES**

De todos los componentes del Conductor Progresivo un grupo es importado directamente del fabricante y otro grupo es comprado en el mercado nacional. Para los componentes importados, se considerará el costo puesto en los almacenes de la empresa, lo que incluye gastos de transporte, desaduanaje, arancel y otros. Para el segundo grupo, compra nacional, el costo será el precio de compra sin considerar el IGV.

En la tabla 7.1 se indican los costos de los componentes principales del equipo, los cuales son importados del fabricante. Las tablas 7.2, 7.3 y 7.4 corresponden a los componentes que son adquiridos en el mercado nacional.

**Tabla 7.1** Componentes Principales

It	Descripción	Código	Cant	Costo Unit. \$	Costo Total \$
1	Reductor Planetario	SL4004/803.7	1	13330.5	13330.5
2	Motor Hidráulico 40.6 ccr	74318-DBD	1	851.2	851.2
3	Bomba Hidráulica 40.6 ccr	70360-RBC	1	1286.4	1286.4
4	Motor Eléctrico 15hp 1800rpm	W21-15hp	1	1250.0	1250.0
5	Intercambiador de Calor	MG2015K	1	820.0	820.0
6	Filtro de Retorno - Cabezal	SSF-120-25	2	38.2	76.4
	Filtro de Retorno - Elemento	SF-6730	2	93.2	186.4
	Filtro de Retorno - Manómetro	CI-20	2	10.0	20.0
7	Filtro de Succión - Cabezal	SSF-120-03	1	39.2	39.2
	Filtro de Succión - Elemento	SF-6730	1	93.2	93.2
	Filtro de Succión - Manómetro	GV-5	1	10.0	10.0
8	Válvula Hot-Oil	DSEH-XHN	1	80.0	80.0
9	Válvula de Alivio	RPGC-LNN	1	72.5	72.5
10	Válvula Shuttle	CSAD-XXN	1	22.5	22.5
11	Indicador de Nivel y Temp. 5"	SNA-127	1	35.5	35.5
12	Respiradero y tapón de llenado	SES3-P40S80	1	16.1	16.1
13	Manómetro Alta 0-350 bar	SPG-63-5000	2	30.4	60.8
14	Manómetro Baja 0-40 bar	SPG-63-0600	1	30.4	30.4
15	Switch de Temperatura	TC2	1	67.2	67.2
16	Switch de Nivel	M4500	1	57.1	57.1
17	Presostato Alta 16-320 bar	MAP-320	2	273.4	546.8
18	Presostato Baja 3-40 bar	MAP-40	1	273.4	273.4
19	Válvula direccional 4/2 NG6	Atos	1	312.0	312.0
20	Subplate NG6		1	60.0	60.0
21	Acoplamiento flexible		1	180.0	180.0
22	Actuador Eléctrico		1	720.0	720.0
23	Palanca de Mando		1	547.8	547.8
<b>Total \$ =</b>					<b>21045.4</b>

**Tabla 7.2** Componentes Hidráulicos

It	Descripción	Cant	Und	Costo Unit. \$	Costo Total \$
1	Manguera Hidráulica SAE 100R12 Ø3/4"	2	Pza	120.0	240.0
2	Manguera Hidráulica SAE 100R2 Ø5/8"	6	Pza	45.0	270.0
3	Manguera Hidráulica SAE 100R2 Ø1/2"	2	Pza	30.0	60.0
4	Tubería Hidráulica	8	mts	46.0	368.0
5	Conectores Hidráulicos Ø3/4"	13	Pza	8.0	104.0
6	Conectores Hidráulicos Ø5/8"	9	Pza	6.0	54.0
7	Conectores Hidráulicos Ø1/2"	6	Pza	5.0	30.0
8	Conectores Hidráulicos Ø1/4"	17	Pza	3.0	51.0
9	Conectores Rápidos Ø3/4"	2	Jgo	42.0	84.0
10	Conectores Rápidos Ø1/2"	1	Jgo	32.0	32.0
11	Conectores Rápidos Ø1/4"	1	Jgo	22.0	22.0
<b>Total \$ =</b>					<b>1315.0</b>

**Tabla 7.3 Componentes Eléctricos**

<b>Componentes Eléctricos</b>					
<b>It</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>Costo Unit. \$</b>	<b>Costo Total \$</b>
1	Tablero eléctrico 800x600x300	1	Pza	250.0	250.0
2	Transformador 440-110 VAC 200VA	1	Pza	30.0	30.0
3	Fuente de Alimentación 110VAC-24/12DC	1	Pza	120.0	120.0
4	Contactador de Fuerza 440 VAC 25A	1	Pza	50.0	50.0
5	Llave termomagnetica trifásica 28-40A	1	Pza	150.0	150.0
6	Mando Rotativo prolongado	1	Pza	75.0	75.0
7	Relé de 14 pines 110VAC	6	Pza	20.0	120.0
8	PLC Logo 12/24 RC	1	Pza	150.0	150.0
9	Fusibles 10x38, 32A c/fusibles	3	Pza	10.0	30.0
10	Lámpara led (verde/rojo)	6	Pza	12.0	72.0
11	Pulsador rasante (verde/rojo)	3	Pza	12.0	36.0
12	Pulsador de Parada de Emergencia	1	Pza	15.0	15.0
13	Cable 16 AWG	2	Rollo	20.0	40.0
14	Componentes varios	1	Jgo	200.0	200.0
15	Armado y pruebas de tablero	80	Hr-H	8.0	640.0
<b>Total \$ =</b>					<b>1978.0</b>

**Tabla 7.4 Componentes Varios**

<b>It</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>Costo Unit. \$</b>	<b>Costo Total \$</b>
1	Tapa de Mantenimiento	1	Pza	45.0	45.0
2	Base de Switch de Nivel	1	Pza	25.0	25.0
3	Pernos M20x125	16	Pza	18.0	288.0
4	Pernos M14x180	35	Pza	12.5	437.5
5	Pernos M14 – varios	6	Pza	8.0	48.0
6	Pernos M12 – varios	8	Pza	6.0	46.0
7	Pernos M8 – varios	4	Pza	3.5	14.0
8	Pernos Varios	20	Pza	2.5	50.0
9	Válvula de Bola 1"	2	Pza	15.0	30.0
<b>Total \$ =</b>					<b>985.5</b>

## 7.2. COSTO DE ELEMENTOS FABRICADOS

Los elementos fabricados, como: estructuras, soportes, bases, acoples, etc. incluyen dentro de sus costos: los materiales, mano de obra, maquina, insumos, pintura, etc. En las siguientes tablas (7.5 al 7.10), se detallan los costos de cada uno de estos elementos.

**Tabla 7.5** Soporte del Reductor

<b>It</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>Costo Unit. \$</b>	<b>Costo Total \$</b>
1	<b>Materiales</b>				
	Planchas Acero Estructural A-36	380	kg	1.2	456.0
2	<b>Fabricación</b>				
	Habilitado y preparación	40	H-M	7.5	300.0
	Soldadura	48	H-M	11.6	556.8
	Mecanizado - Mandrinado	64	H-M	12.8	819.2
3	<b>Pintado</b>				
	Preparación superficial – arenado	1	Serv	60.0	60.0
	Pintura: base + acabado	1	Serv	70.0	70.0
<b>Total \$ =</b>					<b>2262.0</b>

**Tabla 7.6** Acoplamiento

<b>It</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>Costo Unit. \$</b>	<b>Costo Total \$</b>
1	<b>Materiales</b>				
	Disco - Acero H	85	kg	4.50	382.5
	Barra redonda - Acero H	95	kg	4.50	427.5
2	<b>Fabricación</b>				
	Mecanizado previo - Torno	24	H-M	9.8	235.2
	Soldadura especial T110	12	H-M	25.0	300.0
	Mecanizado acabado - Torno	16	H-M	9.8	156.8
	Mecanizado acabado – Taladro Rad	16	H-M	9.2	147.2
	Mecanizado acabado - Cepillo	12	H-M	8.5	102.0
3	<b>Pintado</b>				
	Pintura: base + acabado	1	Serv	45.0	70.0
<b>Total \$ =</b>					<b>1796.2</b>

**Tabla 7.7** Soporte de Unidad Hidráulica

<b>It</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>Costo Unit. \$</b>	<b>Costo Total \$</b>
1	<b>Materiales</b>				
	Tubo Estructural A-36	8	Pza	25.0	200.0
	Planchas Acero Estructural A-36	80	kg	1.2	96.0
2	<b>Fabricación</b>				
	Habilitado y preparación	24	H-M	7.5	180.0
	Soldadura	16	H-M	11.6	185.6
	Taladrado de agujeros	8	H-M	7.5	60.0
3	<b>Pintado</b>				
	Preparación superficial – arenado	1	Serv	40.0	40.0
	Pintura: base + acabado	1	Serv	60.0	60.0
<b>Total \$ =</b>					<b>821.6</b>



**Tabla 7.8** Tanque de Aceite

<b>It</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>Costo Unit. \$</b>	<b>Costo Total \$</b>
1	<b>Materiales</b>				
	Planchas Acero Estructural A-36	65	kg	1.2	78.0
	Uniones Soldables	6	Pza	0.5	3.0
2	<b>Fabricación</b>				
	Habilitado y preparación	24	H-M	7.5	180.0
	Soldadura	12	H-M	11.6	139.2
	Taladrado de agujeros	8	H-M	7.5	60.0
3	<b>Pintado</b>				
	Preparación superficial – arenado	1	Serv	35.0	35.0
	Pintura: base + acabado	1	Serv	50.0	50.0
<b>Total \$ =</b>					<b>545.2</b>

**Tabla 7.9** Campana Motor-Bomba

<b>It</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>Costo Unit. \$</b>	<b>Costo Total \$</b>
1	<b>Materiales</b>				
	Disco Acero Estructural	30	kg	1.2	36.0
	Tubo Sch 40	20	kg	1.5	30.0
2	<b>Fabricación</b>				
	Mecanizado previo - Torno	8	H-M	9.8	78.4
	Soldadura	5	H-M	11.6	58.0
	Mecanizado acabado - Torno	8	H-M	9.8	78.4
	Mecanizado acabado – Taladro Rad	6	H-M	9.2	55.2
3	<b>Pintado</b>				
	Pintura: base + acabado	1	Serv	25.0	25.0
<b>Total \$ =</b>					<b>361.0</b>

**Tabla 7.10** Bloque de Válvulas

<b>It</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>Costo Unit. \$</b>	<b>Costo Total \$</b>
1	<b>Materiales</b>				
	Barra cuadrada Acero H	12	kg	4.50	54.0
2	<b>Fabricación</b>				
	Mecanizado - Fresa	8	H-M	10.2	81.6
	Mecanizado Acabado – Taladro Rad	32	H-M	9.2	294.4
	Limpieza de agujeros	6	H-M	7.5	45.0
3	<b>Pintado</b>				
	Pintura: base + acabado	1	Serv	25.0	25.0
<b>Total \$ =</b>					<b>500.0</b>

Ya tenemos los costos de todos los componentes comprados y fabricados, los resumiremos todos en la siguiente tabla y además incluiremos los costos de mano de obra del montaje final y las pruebas de funcionamiento, de esta manera obtenemos el costo total de nuestra máquina.

**Tabla 7.11** Conductor Progresivo – Costo Total

<b>It</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Und.</b>	<b>Costo Unit. \$</b>	<b>Costo Total \$</b>
1	Componentes Principales	1	Jgo	21045.4	21045.4
2	Componentes Hidráulicos	1	Jgo	1315.0	1315.0
3	Componentes Eléctricos	1	Jgo	1978.0	1978.0
4	Componentes Varios	1	Jgo	985.5	985.5
5	Soporte de Reductor	1	Und	2262.0	2262.0
6	Acoplamiento	2	Und	1796.2	3592.4
7	Soporte de UPH	1	Und	821.6	821.6
8	Tanque de aceite	1	Und	545.2	545.2
9	Campana Motor-Bomba	1	Und	361.0	361.0
10	Bloque de Válvulas	1	Und	500.0	500.0
11	Mano de Obra - Montaje	96	Hr-H	8.5	816.0
12	Mano de Obra - Pruebas	80	Hr-H	8.5	680.0
<b>Total \$ =</b>					<b>36698.3</b>

## CONCLUSIONES

1. Se han logrado desarrollar los objetivos específicos planteados en el presente trabajo, diseñar y definir los siguientes grupos del equipo:

- Componentes Principales
- Componentes Hidráulicos
- Sistema Eléctrico
- Componentes Estructurales

Que luego de realizadas las pruebas de funcionamiento respectivas, se ha determinado que el diseño es el correcto.

Debido a lo anterior, podemos afirmar que se ha logrado el objetivo principal de este informe: "Diseñar un Conductor Progresivo para el accionamiento controlado de un Molino de Bolas de 525 kW."

2. Se ha conseguido diseñar un equipo con varias ventajas competitivas: fácil de operar y controlar, compacto, de gran capacidad, de buen desempeño y confiable. Estos logros se dan principalmente por la elección de varias tecnologías avanzadas como: el sistema hidrostático, el reductor planetario, las válvulas tipo cartucho y el control electrónico.

3. El potencial de los programas informáticos aplicados al cálculo estructural, como el uso del Método de Elementos Finitos, acelera considerablemente el proceso de diseño.
4. El costo final del Conductor Progresivo resulta ser US\$ 36,698.30 que, aunque parezca elevado, no es muy caro pues el equipo utiliza componentes de alta tecnología. Por otro lado, este costo podría reducirse si se fabrican los equipos en serie.
5. Varios de estos equipos ya han sido diseñados, fabricados y puestos en operación en diferentes unidades mineras de nuestro medio, obteniéndose buenos resultados de funcionamiento, confiabilidad y facilidad de maniobra. Entonces podemos concluir que la metodología empleada en el diseño es satisfactoria y representa el principal aporte del presente trabajo.

## MATERIAL DE REFERENCIA

### Libros y Manuales

- [1] KELLY, Errol G.  
SPOTTISWOOD, David J. *Introducción al Procesamiento de Minerales*  
Traducción: Rafael García Díaz  
México 1990, Editorial Limusa
- [2] FUEYO CASADO, Luis *Equipos de Trituración, Molienda y Clasificación*  
Madrid 1999, Editorial Rocas y Minerales
- [3] SHIGLEY, Joseph E.  
MISCHKE, Charles R. *Diseño en Ingeniería Mecánica*  
Traducción: Francisco Paniagua Bocanegra  
México, McGraw-Hill 5<sup>ta</sup> Edición
- [4] ALVA DAVILA, Fortunato *Diseño de Elementos de Maquinas I*  
Lima 1995, Universidad Nacional de ingeniería
- [5] CHANDRUPATLA, T. R.  
BELEGUNDU, Ashok D. *Introducción al estudio del Elemento Finito en Ingeniería*  
Traducción: José Enrique de la Cera Alonso  
México 1999, Prentice Hall
- [6] EATON, Corporation *Industrial Hydraulics Manual*  
Minnesota 2001, Eden Prairie
- [7] VICKER, Incorporated *Mobile Hydraulics Manual*  
Michigan 1998, Rochester Hills
- [8] BOSCH, Automation *Hidráulica, teoría y práctica*  
Alemania
- [9] HENRIOT, G. *Gears and planetary gear trains*  
Italy, Brevini Riduttori

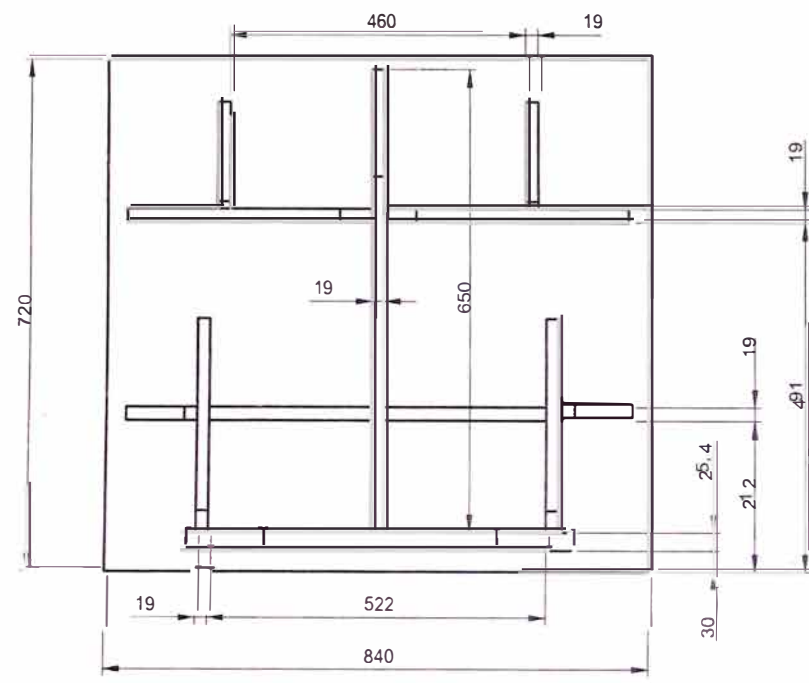
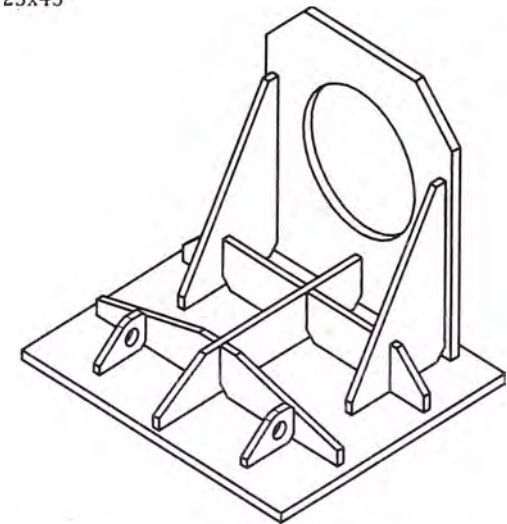
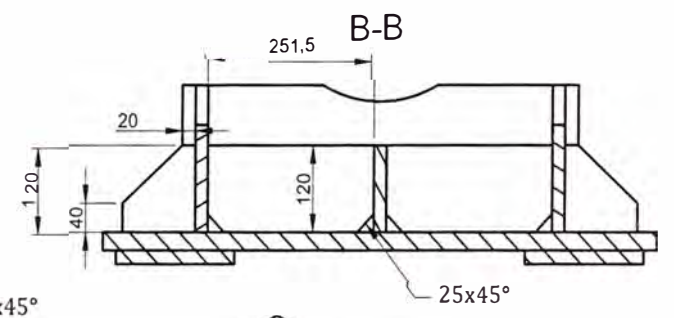
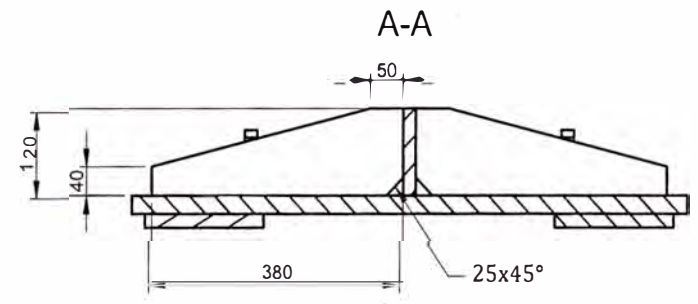
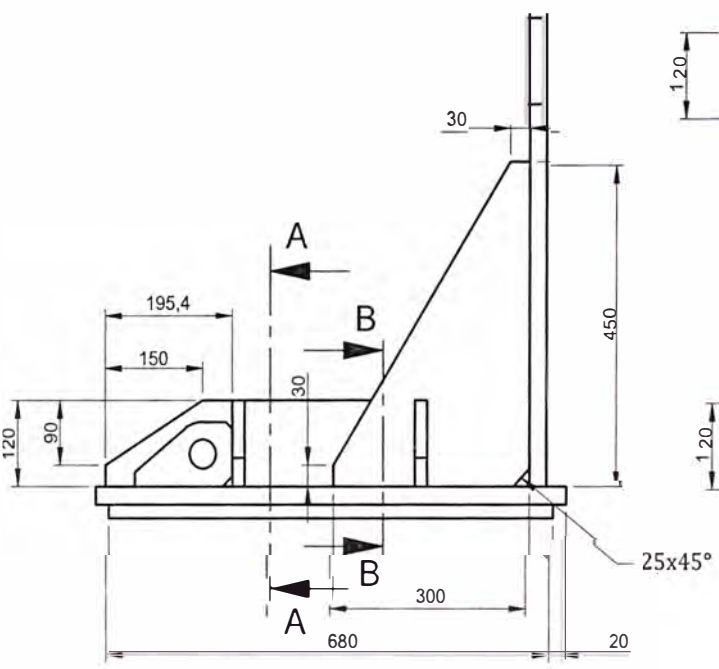
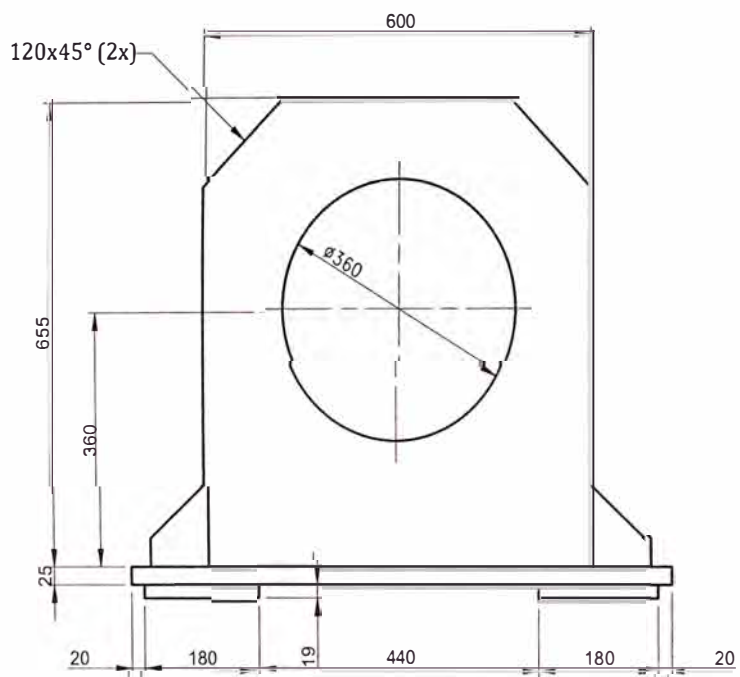
### Catálogos

- [10] BREVINI RIDOTTORI *"S" series planetary*  
Italy, Brevini Riduttori S.p.A.
- [11] EATON HYDRAULICS *Medium Duty Piston Motors*  
U.S.A. 1995, Eaton Corporation
- [12] EATON HYDRAULICS *Medium Duty Piston Pump*  
U.S.A. 2000, Eaton Corporation

- [13] WEG *Motores Trifásicos – Linha W21*  
Brasil 2005, Weg Motores Ltda.
- [14] EMMEGI *Air-Oil Heat-exchangers / MG AIR Series*  
Italy, Emmegi S.p.A.
- [15] SUN *Cartridge Catalogue*  
U.S.A. 1987, Sun Hydraulics Corporation
- [16] STAUFF *Hydraulic Accesories*  
Germany, Walter Stauffenberg GMBH & Co. KG
- [17] STAUFF *Filters*  
Germany, Walter Stauffenberg GMBH & Co. KG
- [18] MADISON *Single-Level Liquid Level Switches / M Series*  
U.S.A., Madison Company
- [19] ATOS *Pressure switches - MAP*  
Italy, Atos spa

## **PLANOS**

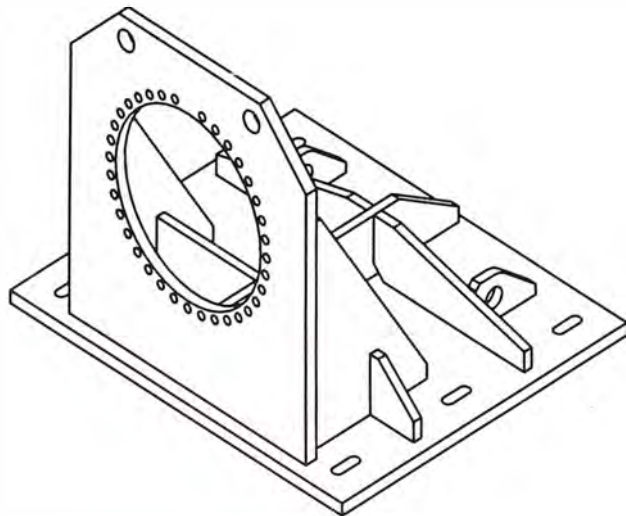
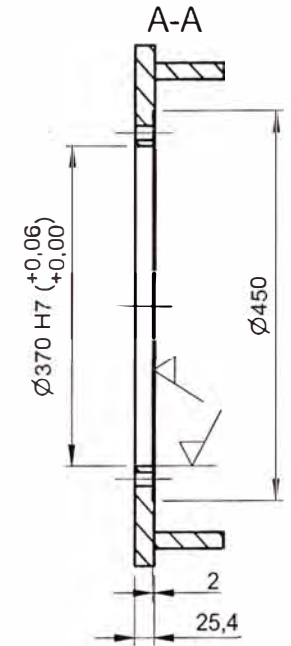
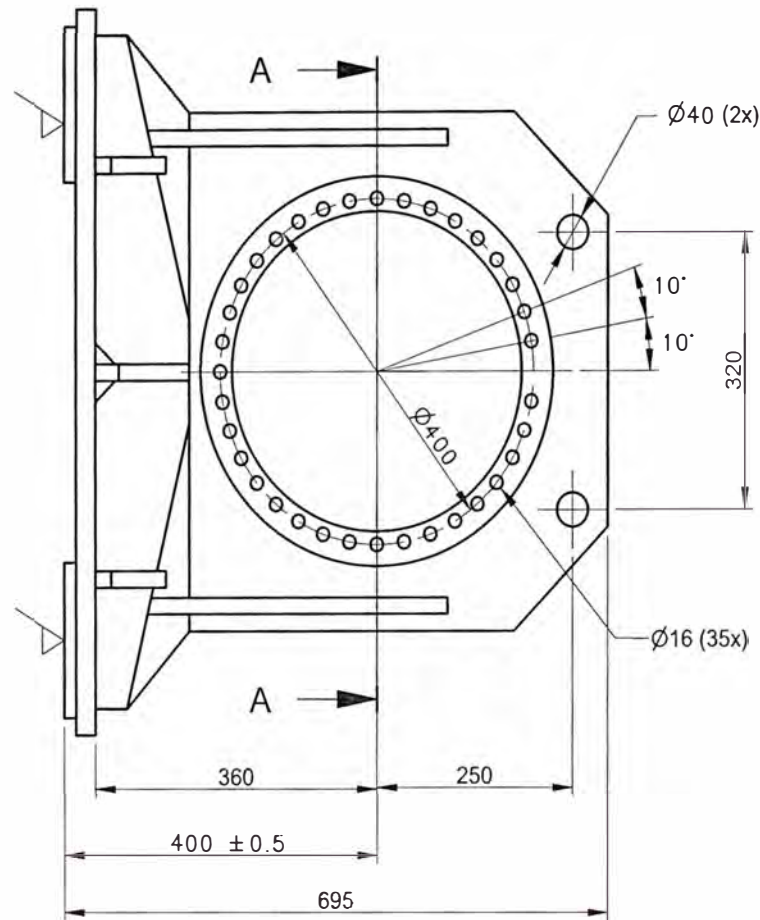
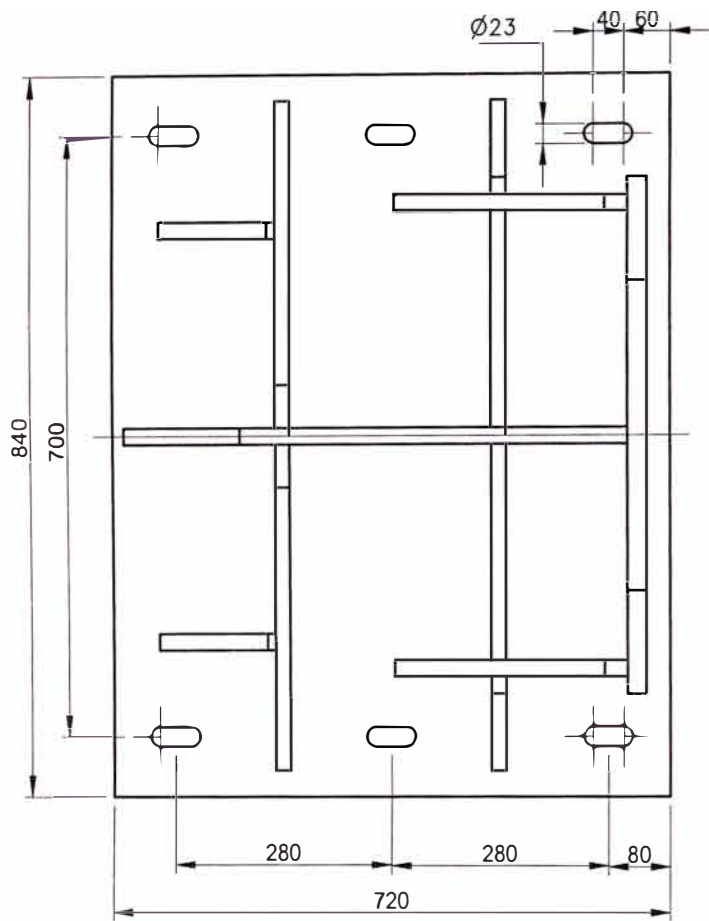
<b>1.</b>	<b>Unidad Motriz – Componentes</b>	<b>PM-01</b>
<b>2.</b>	<b>Unidad de Poder Hidráulico – Componentes</b>	<b>PM-02</b>
<b>3.</b>	<b>Base de Reductor – Ensamble Inicial</b>	<b>PM-03</b>
<b>4.</b>	<b>Base de Reductor – Mecanizado Final</b>	<b>PM-04</b>
<b>5.</b>	<b>Acoplamiento Reductor – Ensamble Inicial</b>	<b>PM-05</b>
<b>6.</b>	<b>Acoplamiento Reductor – Mecanizado Final</b>	<b>PM-06</b>
<b>7.</b>	<b>Acoplamiento Molino – Ensamble Inicial</b>	<b>PM-07</b>
<b>8.</b>	<b>Acoplamiento Molino – Mecanizado Final</b>	<b>PM-08</b>
<b>9.</b>	<b>Diagrama Hidráulico</b>	<b>PH-01</b>
<b>10.</b>	<b>Diagrama de Potencia – Sist. Eléctrico</b>	<b>PE-01</b>
<b>11.</b>	<b>Diagrama de Control Eléctrico</b>	<b>PE-02</b>
<b>12.</b>	<b>Diagrama de Control Electrónico</b>	<b>PE-03</b>



Material : Acero Estructural ASTM-A36  
 Cantidad : 01

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> Campus 02 pza.		<b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>	
Dibujo: F.P.R. Revis.: J.Ch.Ch. Fecha: 2013.09	Lam: <b>A4</b> 	Escala: <b>1:12</b>	Plano N°: <b>PM-03</b>





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

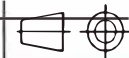
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Dibujo: F.P.R.

Lam: **A4**

Revis.: J.Ch.Ch.

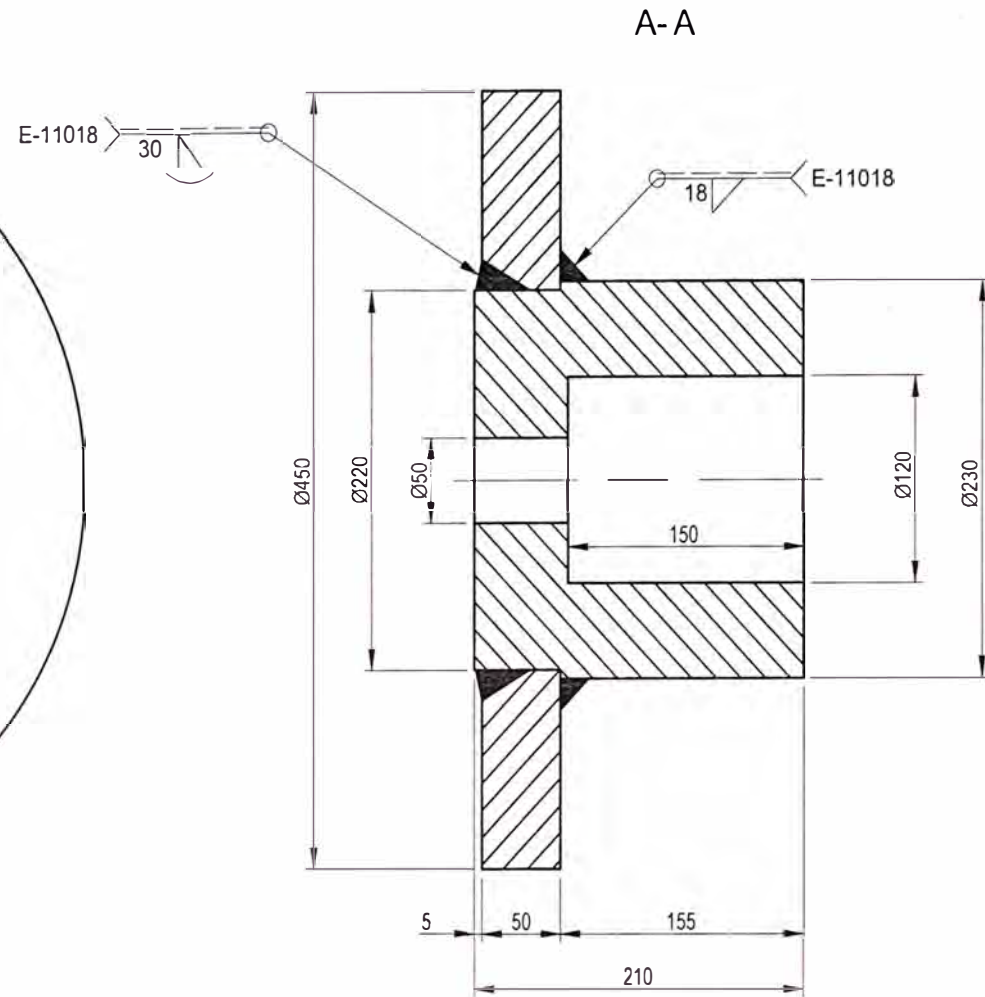
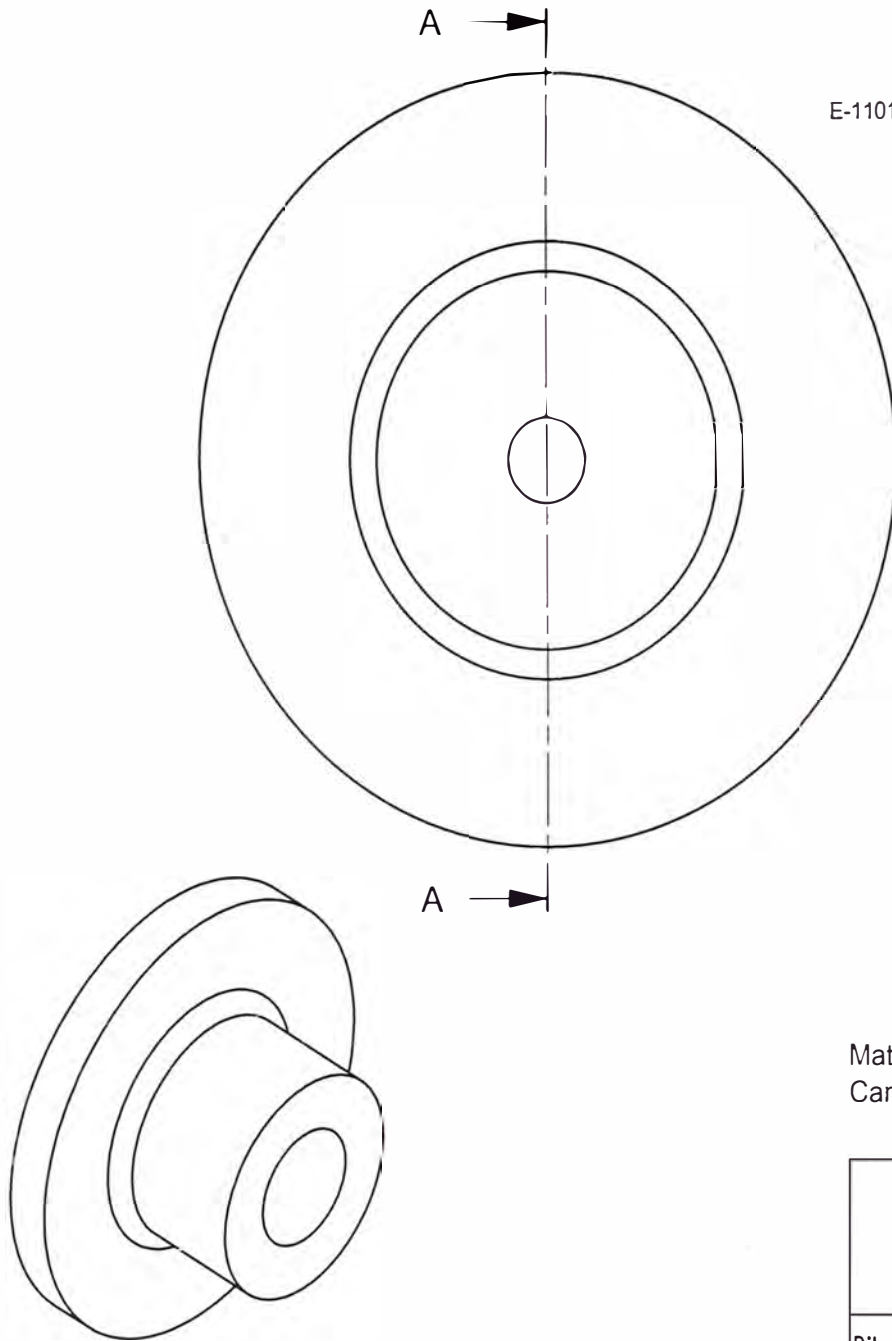
Fecha: 2013.09



CONDUCTOR PROGRESIVO  
BASE DE REDUCTOR  
MECANIZADO FINAL

Escala:  
1:10

Plano N°:  
PM-04



Material : Acero SAE-1045  
 Cantidad : 01



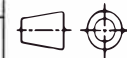
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Dibujo: F.P.R.

Lam: **A4**

Revis.: J.Ch.Ch.

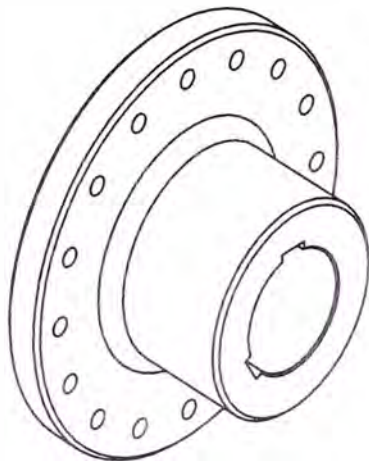
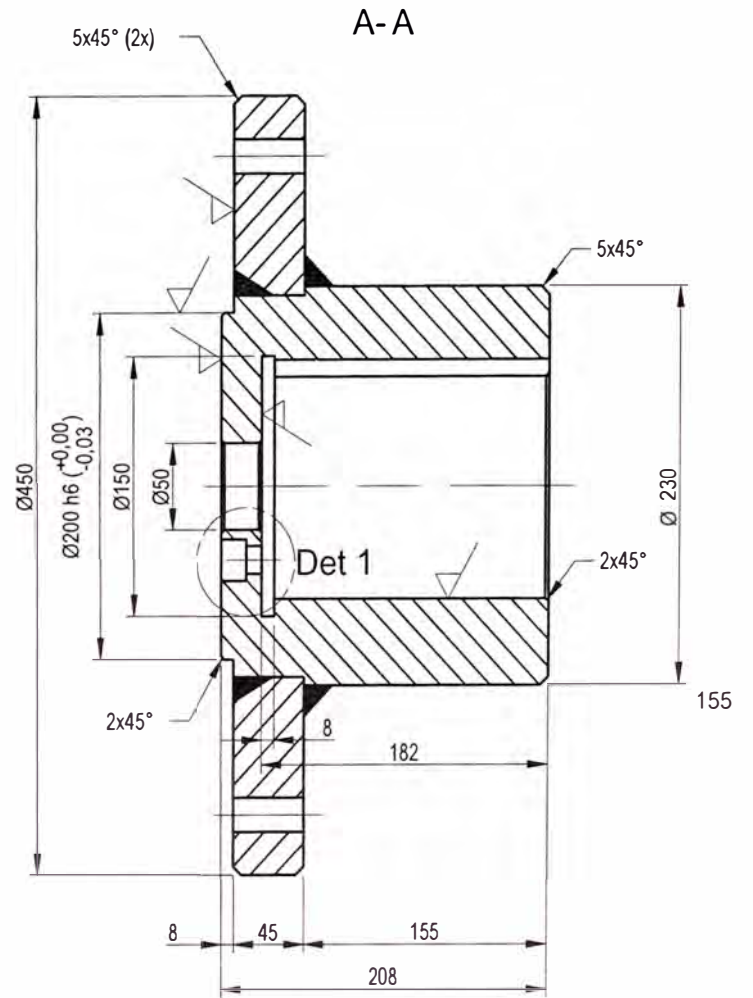
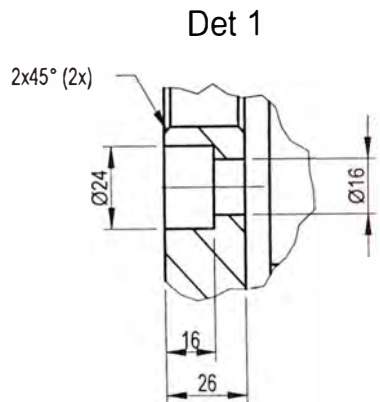
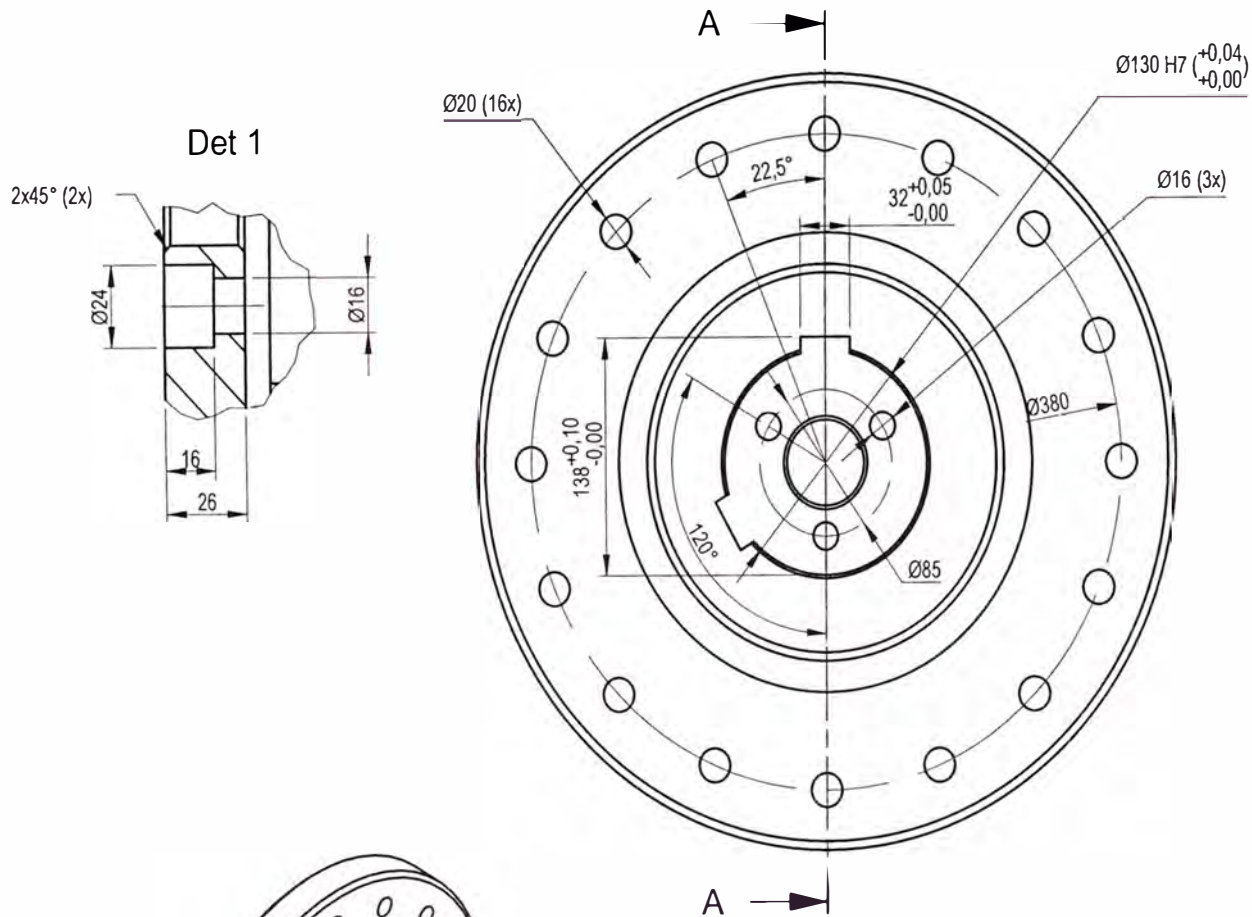


Fecha: 2013.09

CONDUCTOR PROGRESIVO  
**ACOPLAMIENTO-REDUCTOR**  
 ENSAMBLE INICIAL

Escala:  
 1:5

Plano N°:  
 PM-05



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Dibujo: F.P.R.

Lam: **A4**

Revis.: J.Ch.Ch.

Fecha: 2013.09

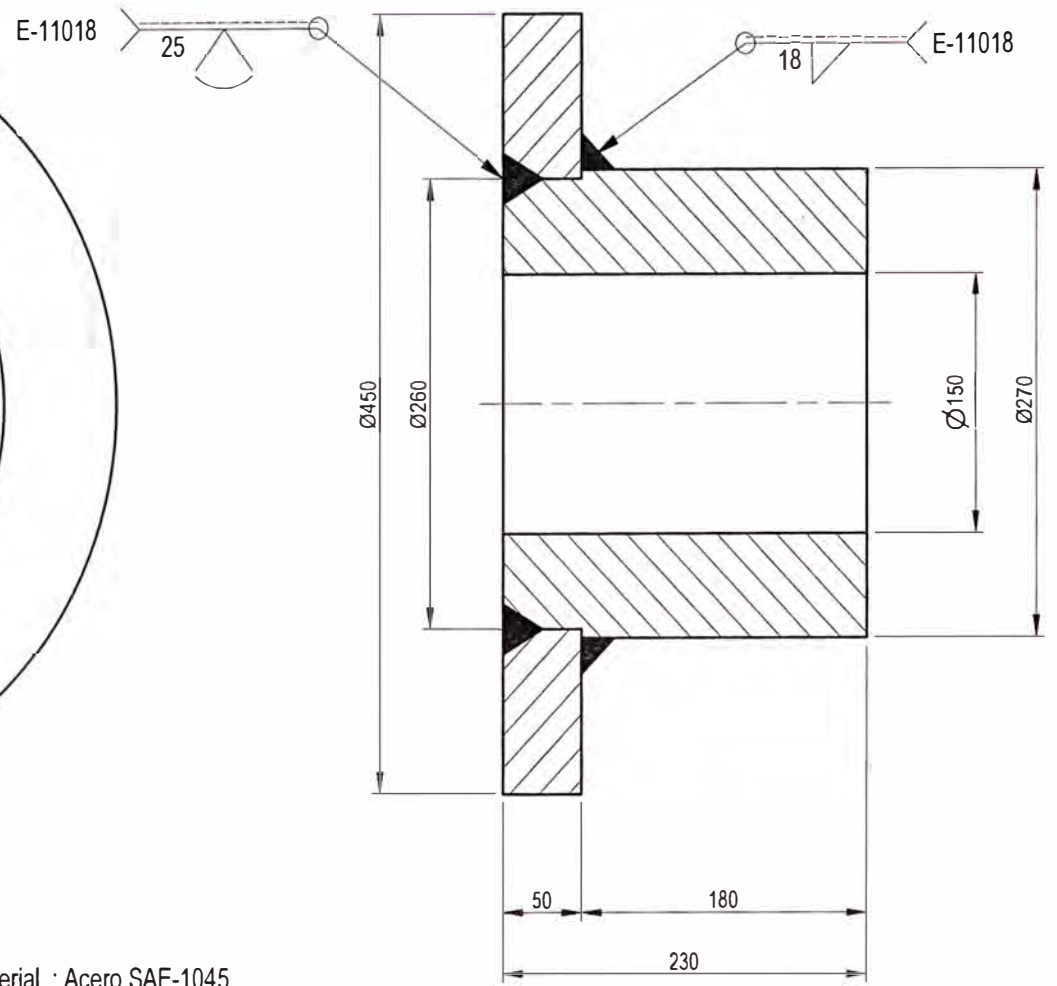
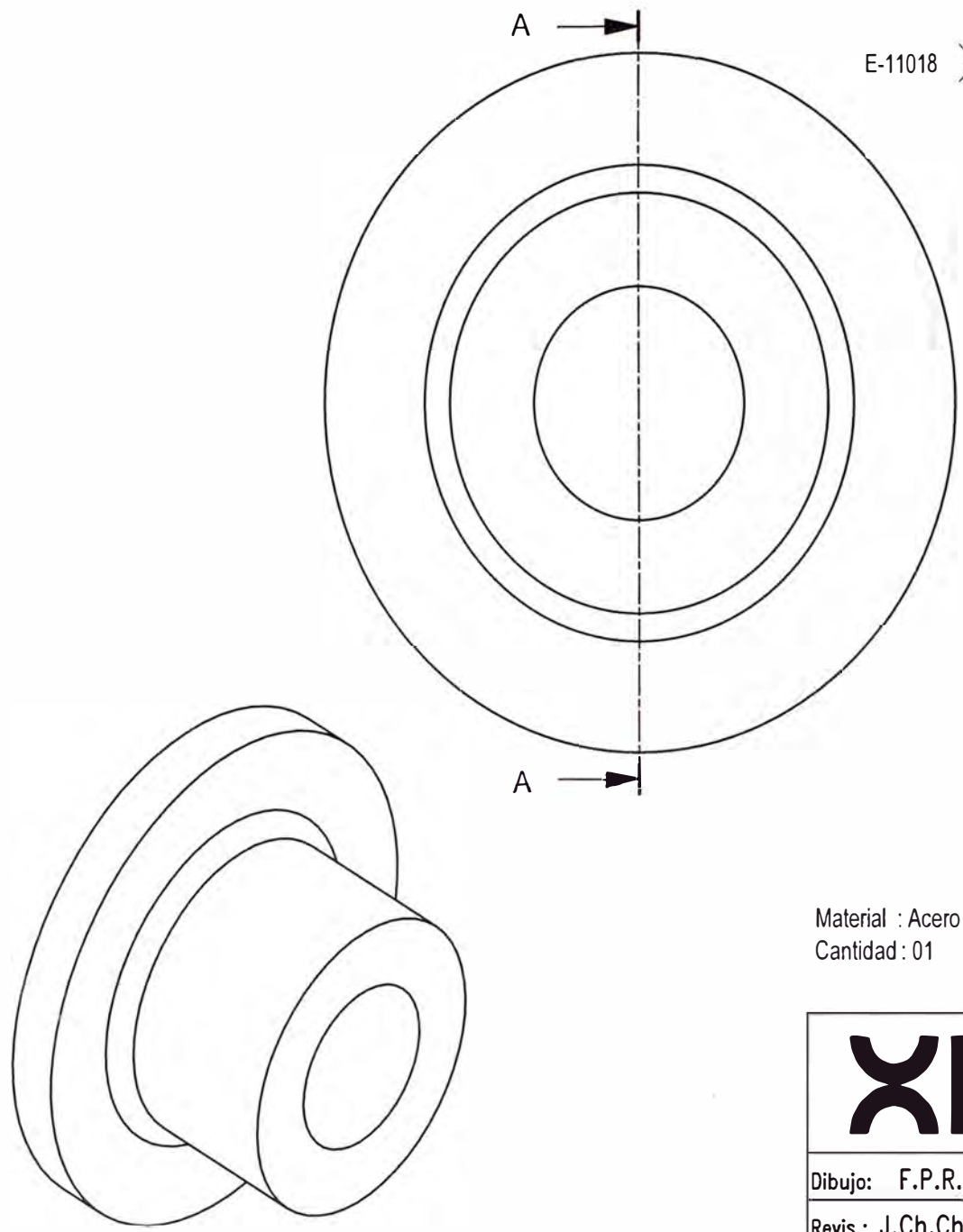


CONDUCTOR PROGRESIVO  
ACOPLAMIENTO-REDUCTOR  
MECANIZADO FINAL

Escala:  
1:5

Plano N°:  
PM-06

A-A



Material : Acero SAE-1045  
 Cantidad : 01



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

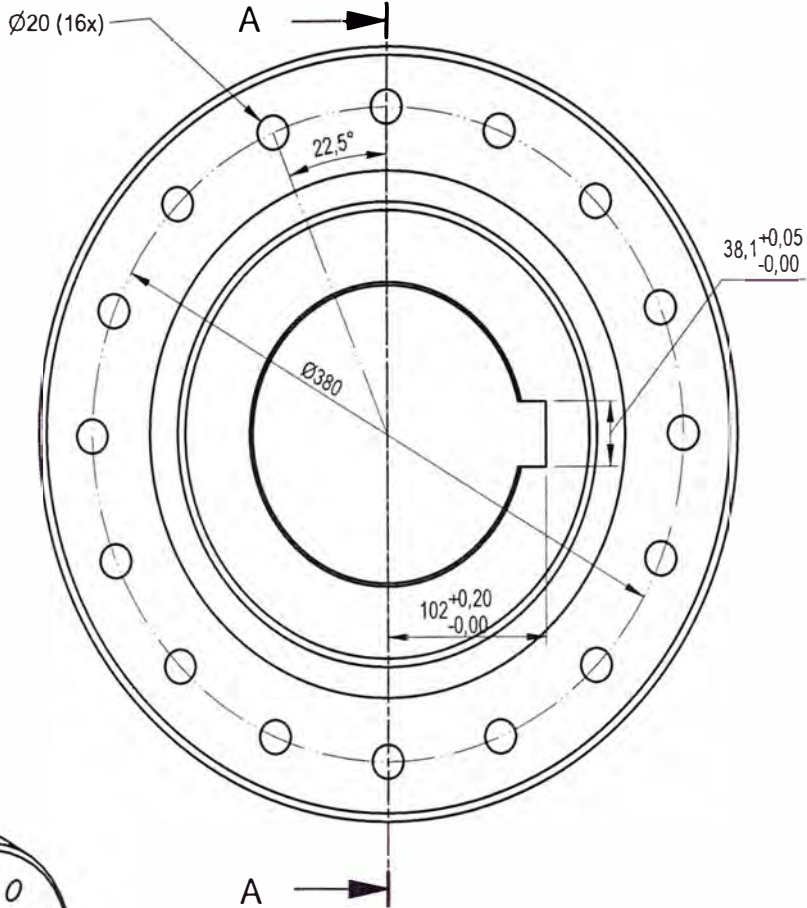
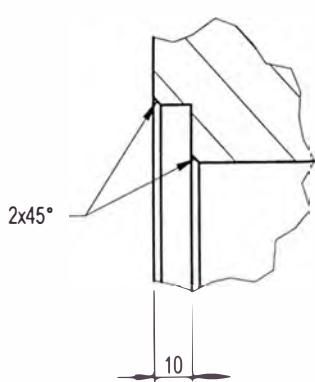
Dibujo: F.P.R.  
 Revis.: J.Ch.Ch.  
 Fecha: 2013.09

Lam: **A4**

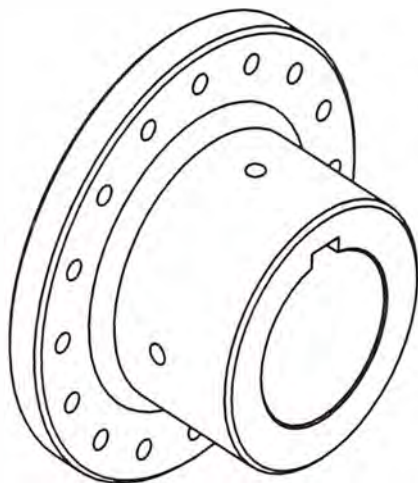
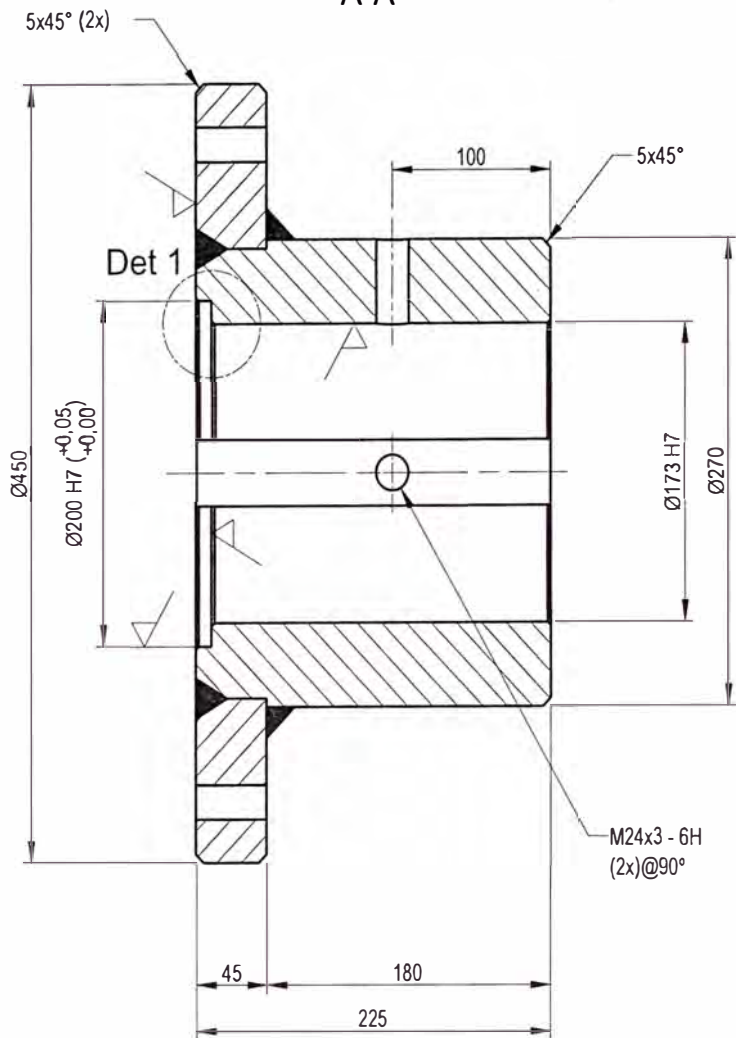
CONDUCTOR PROGRESIVO  
 ACOPLAMIENTO-MOLINO  
 ENSAMBLE INICIAL

Escala:  
 1:5  
 Plano N°:  
 PM-07

Det 1



A-A



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

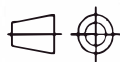
Dibujo: F.P.R.

Lam:

**A4**

Revis.: J.Ch.Ch.

Fecha: 2013.09

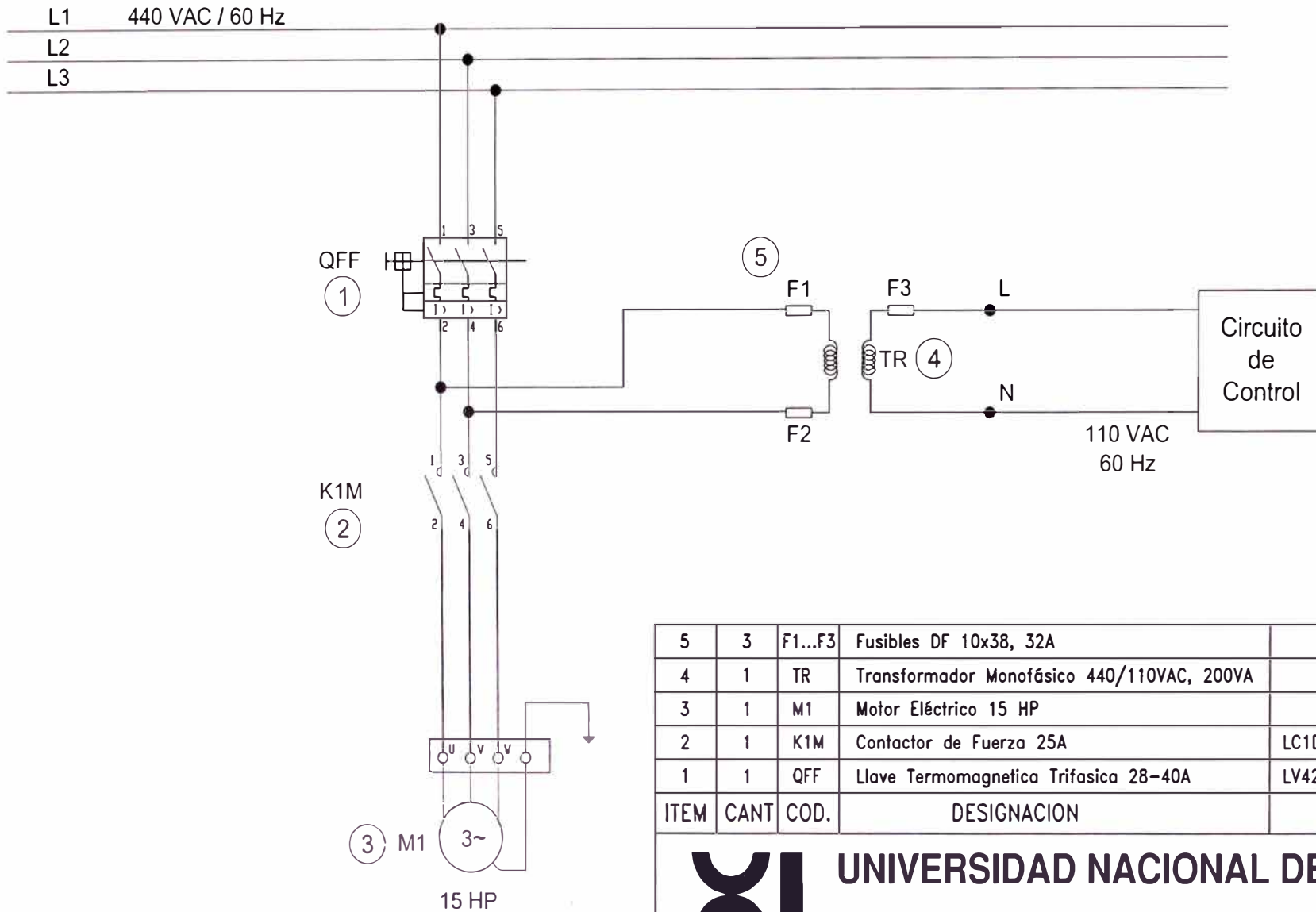


CONDUCTOR PROGRESIVO  
ACOPLAMIENTO-MOLINO

MECANIZADO FINAL

Escala:  
1:5

Plano N°:  
PM-08



5	3	F1...F3	Fusibles DF 10x38, 32A	
4	1	TR	Transformador Monofásico 440/110VAC, 200VA	
3	1	M1	Motor Eléctrico 15 HP	
2	1	K1M	Contactor de Fuerza 25A	LC1D25R7
1	1	QFF	Llave Termomagnetica Trifasica 28-40A	LV429634
ITEM	CANT	COD.	DESIGNACION	OBSERVACION



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Dibujo: F.P.R.

Lam: **A4**

Revis.: J.Ch.Ch.

Fecha: 2013.09



CONDUCTOR PROGRESIVO  
DIAGRAMA DE POTENCIA

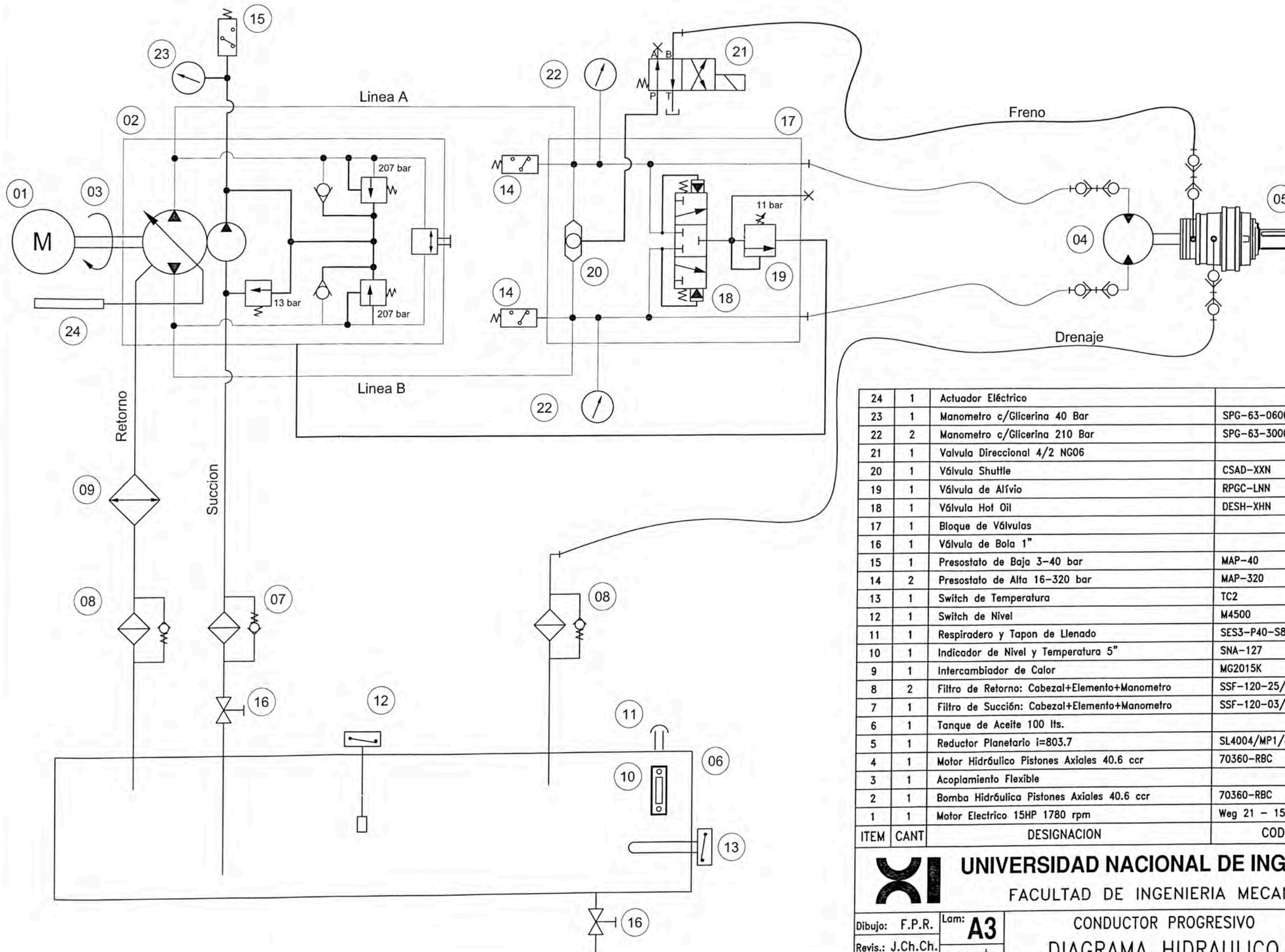
SISTEMA ELECTRICO

Escala:

S/E

Plano N°:

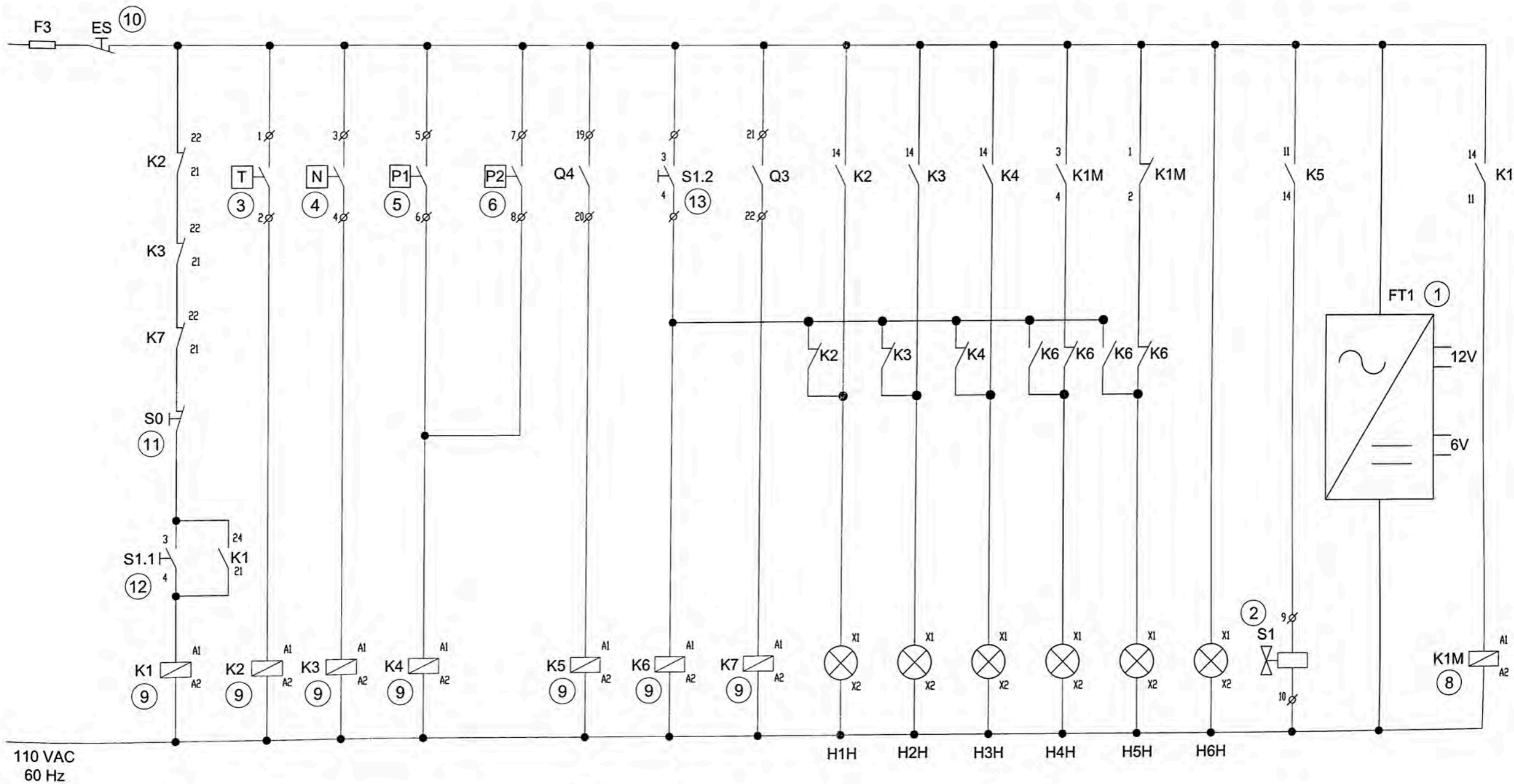
PE-01



24	1	Actuador Eléctrico	
23	1	Manometro c/Glicerina 40 Bar	SPG-63-0600P
22	2	Manometro c/Glicerina 210 Bar	SPG-63-3000P
21	1	Valvula Direccional 4/2 NG06	
20	1	Válvula Shuttle	CSAD-XXN
19	1	Válvula de Alívio	RPGC-LNN
18	1	Válvula Hot Oil	DESH-XHN
17	1	Bloque de Válvulas	
16	1	Válvula de Bola 1"	
15	1	Presostato de Baja 3-40 bar	MAP-40
14	2	Presostato de Alta 16-320 bar	MAP-320
13	1	Switch de Temperatura	TC2
12	1	Switch de Nivel	M4500
11	1	Respiradero y Tapon de Llenado	SES3-P40-S80
10	1	Indicador de Nivel y Temperatura 5"	SNA-127
9	1	Intercambiador de Calor	MG2015K
8	2	Filtro de Retorno: Cabezal+Elemento+Manometro	SSF-120-25/SF6730/Ci-20
7	1	Filtro de Succión: Cabezal+Elemento+Manometro	SSF-120-03/SF6730/GV-5
6	1	Tanque de Aceite 100 lts.	
5	1	Reductor Planetario i=803.7	SL4004/MP1/803.7/FL635/00/B3
4	1	Motor Hidráulico Pistones Axiales 40.6 ccr	70360-RBC
3	1	Acoplamiento Flexible	
2	1	Bomba Hidráulica Pistones Axiales 40.6 ccr	70360-RBC
1	1	Motor Electrico 15HP 1780 rpm	Weg 21 - 15hp
ITEM	CANT	DESIGNACION	CODIGO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

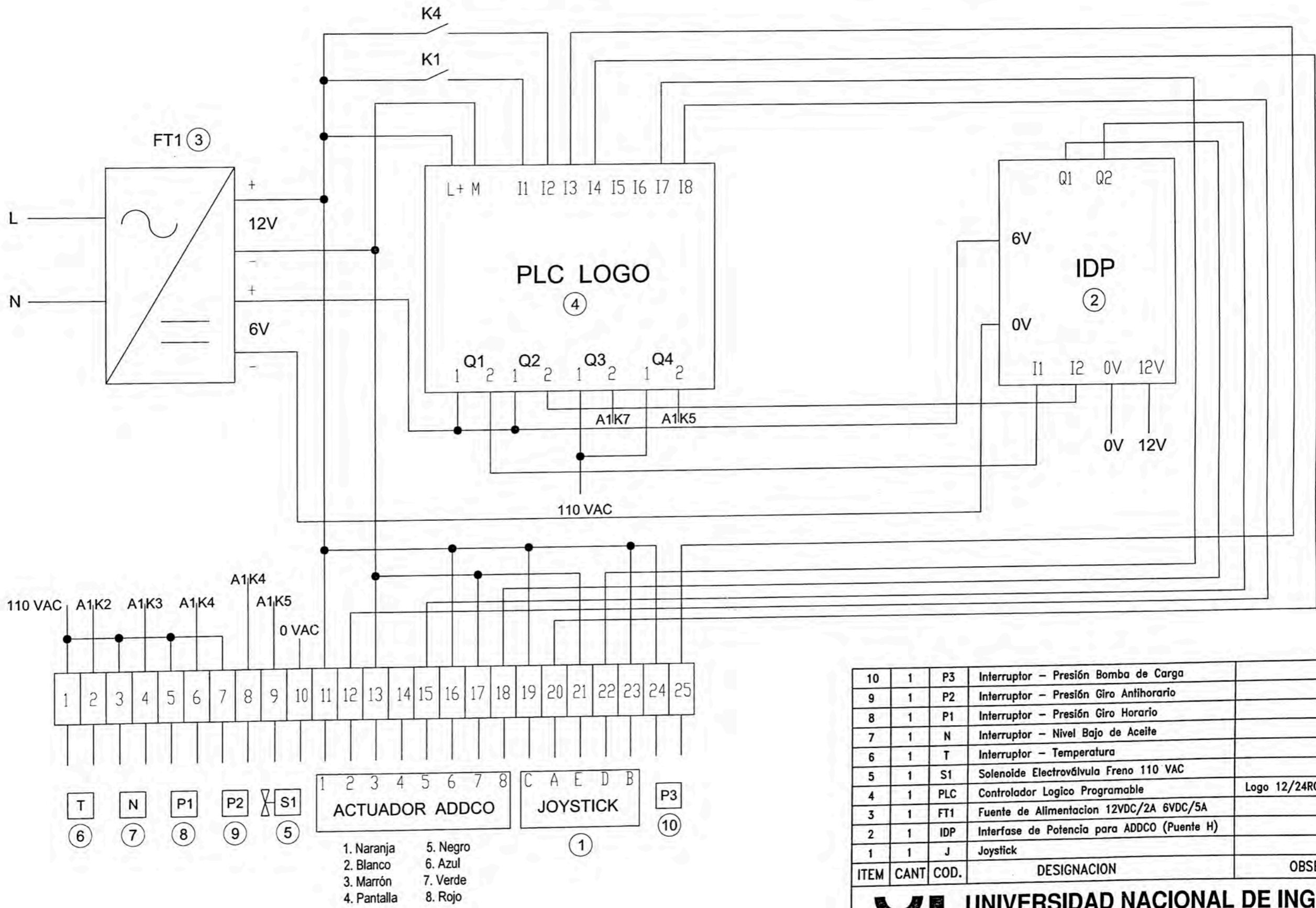
Dibujo: F.P.R. Lam: **A3** Escala: S/E  
 Revis.: J.Ch.Ch. CONDUCTOR PROGRESIVO  
 Fecha: 2013.09 DIAGRAMA HIDRAULICO Plano N°: PH-01



H1H: TEMPERATURA ALTA  
H2H: NIVEL BAJO ACEITE  
H3H: PRESIÓN ALTA  
H4H: MOTOR ENCENDIDO  
H5H: MOTOR APAGADO  
H6H: ENERGIZADO

13	1	S1.2	Prueba de Lámparas	XB4BA31	3	1	T	Interruptor - Temperatura	
12	1	S1.1	Arranque de Motor	XB4BA31	2	1	S1	Solenoide Electroválvula Freno 110 VAC	
11	1	S0	Parada de Motor	XB4BA42	1	1	FT1	Fuente de Alimentación 12VDC/2A 6VDC/5A	
10	1	ES	Parada de Emergencia	XB4BS542	ITEM	CANT	COD.	DESIGNACION	OBSERVACION
9	7	K1...K7	Rele de Control 14 pines 110VAC	RXM4AB1F					
8	1	K1M	Contactador de Fuerza 110VAC 25A						
7	1	P3	Interruptor - Presión Bomba de Carga						
6	1	P2	Interruptor - Presión Giro Antihorario						
5	1	P1	Interruptor - Presión Giro Horario						
4	1	N	Interruptor - Nivel Bajo de Aceite						
ITEM	CANT	COD.	DESIGNACION	OBSERVACION	Fecha: 2013.09			<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA CONDUCTOR PROGRESIVO DIAGRAMA DE CONTROL ELÉCTRICO SISTEMA ELECTRICO	Escala: S/E Plano N°: PE-02

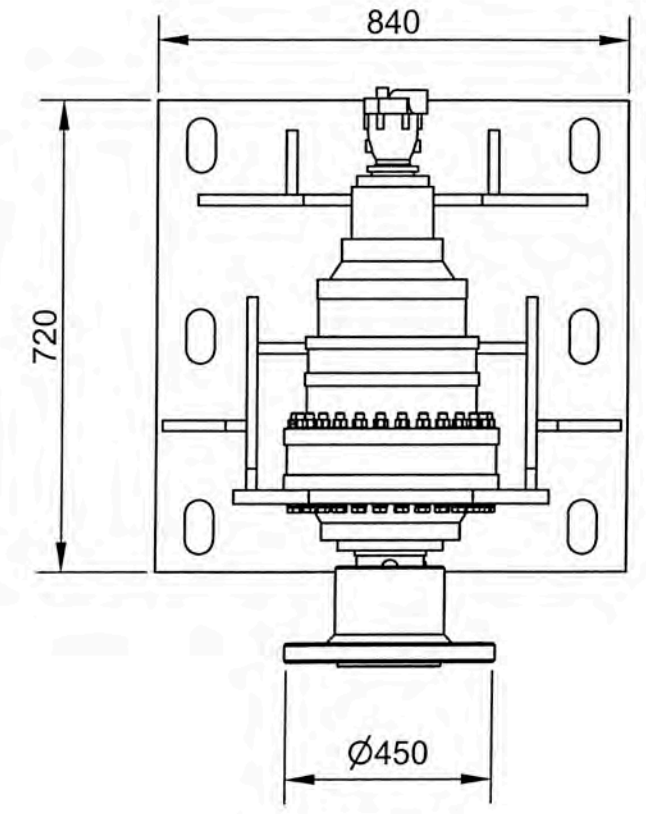
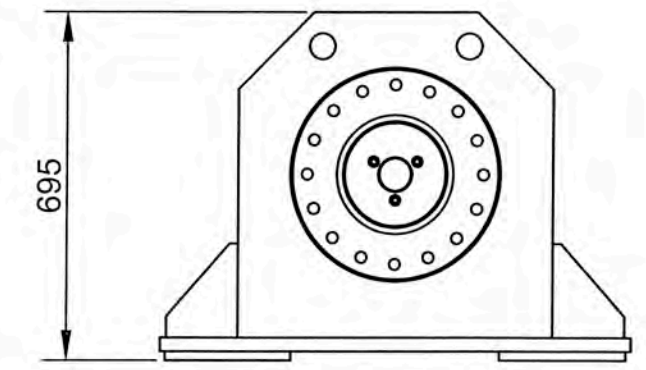
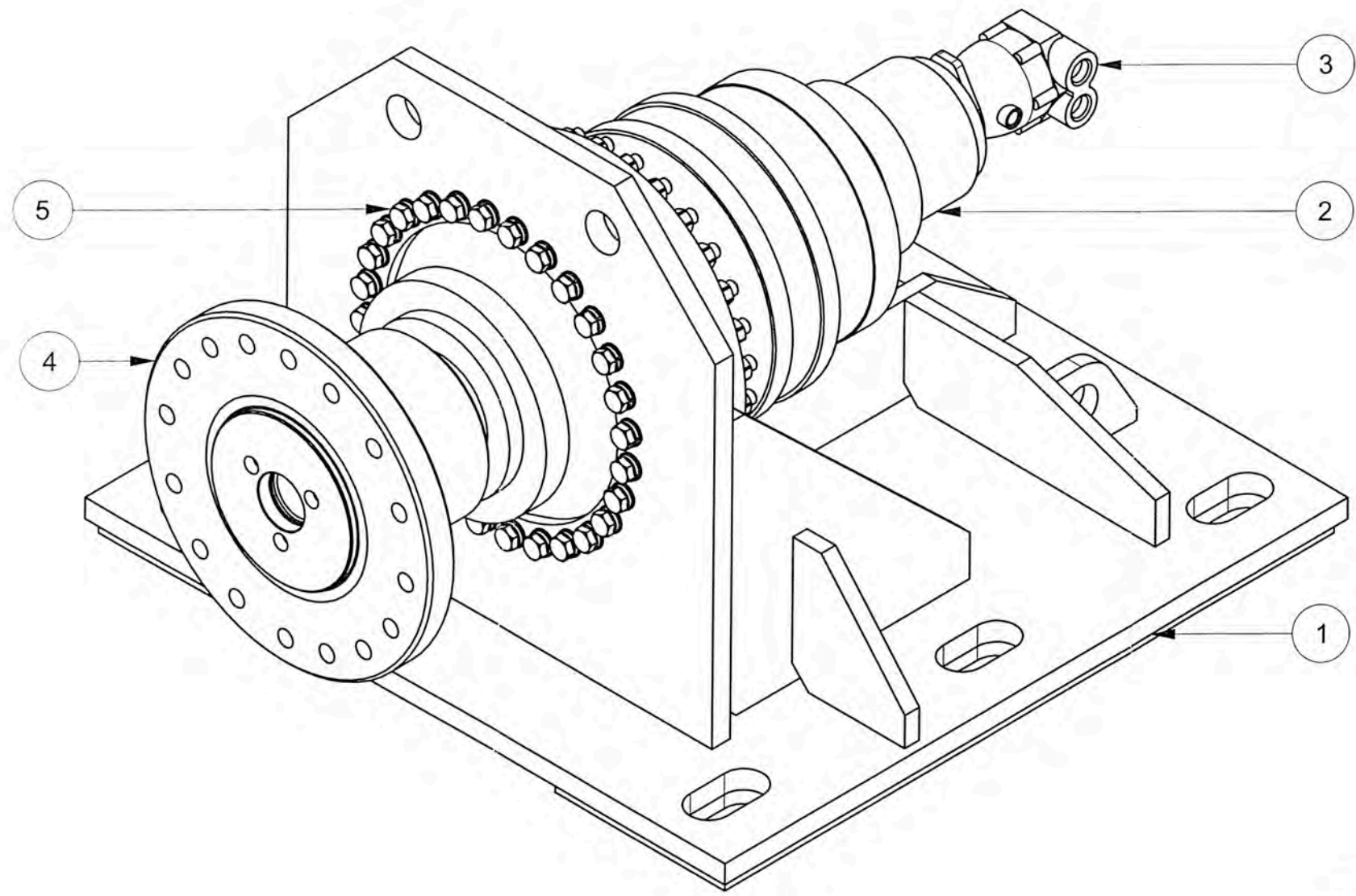




10	1	P3	Interruptor - Presión Bomba de Carga	
9	1	P2	Interruptor - Presión Giro Antihorario	
8	1	P1	Interruptor - Presión Giro Horario	
7	1	N	Interruptor - Nivel Bajo de Aceite	
6	1	T	Interruptor - Temperatura	
5	1	S1	Solenóide Electroválvula Freno 110 VAC	
4	1	PLC	Controlador Logico Programable	Logo 12/24RC
3	1	FT1	Fuente de Alimentación 12VDC/2A 6VDC/5A	
2	1	IDP	Interfase de Potencia para ADDCO (Puente H)	
1	1	J	Joystick	
ITEM	CANT	COD.	DESIGNACION	OBSERVACION

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Dibujo: F.P.R.	Lam: <b>A3</b>	CONDUCITOR PROGRESIVO <b>DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRÓNICO</b> SISTEMA ELECTRICO	Escala: S/E
Revis.: J.Ch.Ch.			Plano N°: PE-03
Fecha: 2013.09			

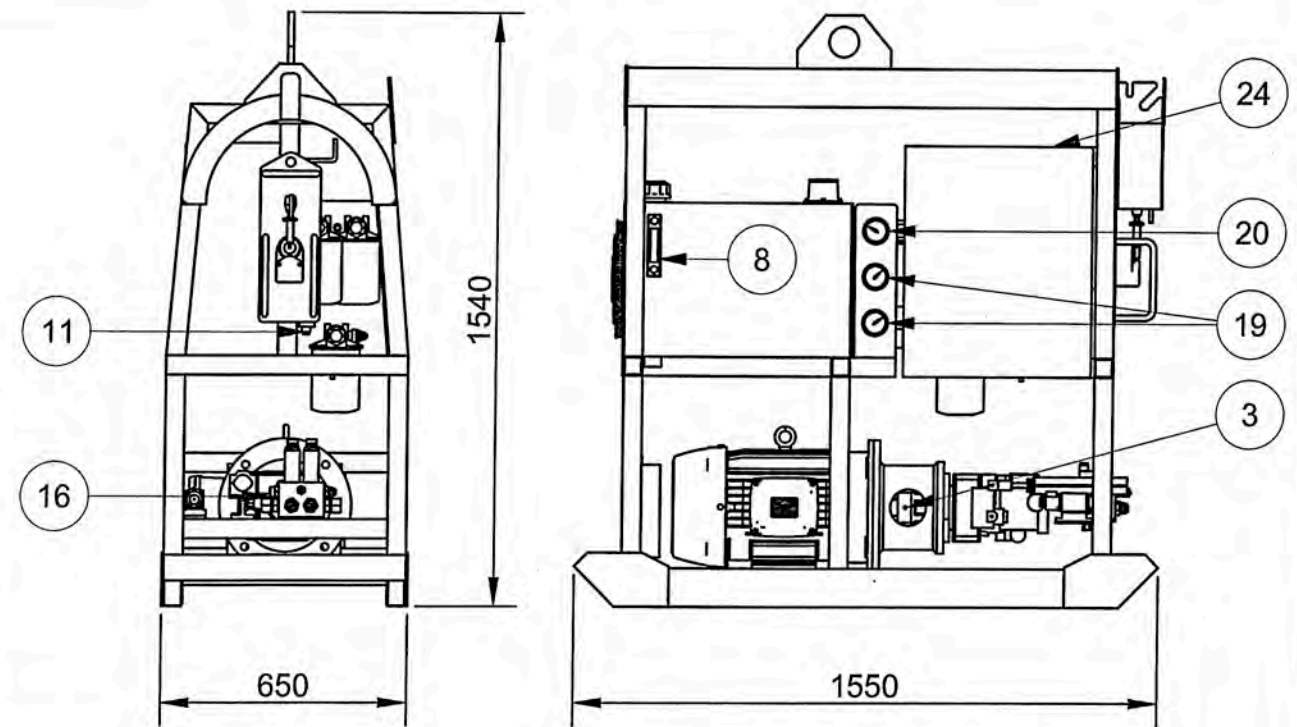
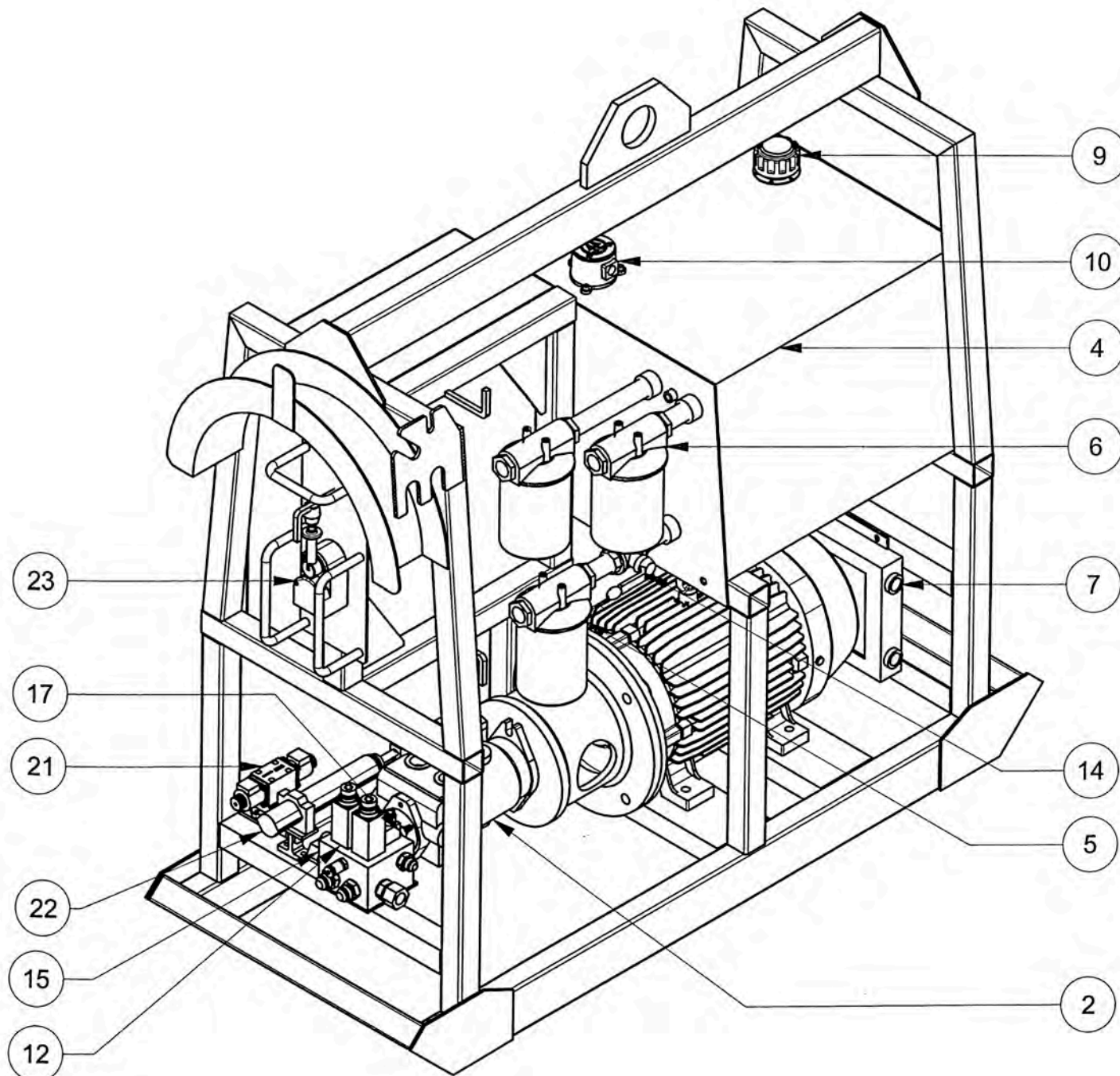


5	35	Perno Hexagonal M14x180 Gr. 10.9	
4	1	Acoplamiento - Reductor	Plano PM-04
3	1	Motor Hidráulico Pistones Axiales 40.6 ccr	74318-DBD
2	1	Reductor Planetario i=803.7	SL4004/MP1/803.7/FL635/00/B3
1	1	Base de Reductor	Plano PM-03
ITEM	CANT	DESIGNACION	OBSERVACION



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Dibujo: F.P.R.	Lam: <b>A3</b>	CONDUCTOR PROGRESIVO UNIDAD MOTRIZ COMPONENTES	Escala: S/E
Revis.: J.Ch.Ch.			Plano N°: PM-01
Fecha: 2013.09			



24	1	Tablero Eléctrico	
23	1	Joystick de Mando	
22	1	Actuador Eléctrico	
21	1	Valvula Direccional 4/2 NG06	
20	1	Manometro c/Glicerina 40 Bar	SPG-63-0600P
19	2	Manometro c/Glicerina 210 Bar	SPG-63-3000P
18	1	Válvula Shuttle	CSAD-XXN
17	1	Válvula de Alivio	RPGC-LNN
16	1	Válvula Hot Oil	DESH-XHN
15	1	Bloque de Válvulas	
14	1	Válvula de Bola 1"	
13	1	Presostato de Baja 3-40 bar	MAP-40
12	2	Presostato de Alta 16-320 bar	MAP-320
11	1	Switch de Temperatura	TC2
10	1	Switch de Nivel	M4500
9	1	Respiradero y Tapon de Llenado	SES3-P40-S80
8	1	Indicador de Nivel y Temperatura 5"	SNA-127
7	1	Intercambiador de Calor	MG2015K
6	2	Filtro de Retorno: Cabezal+Elemento+Manometro	SSF-120-25/SF6730/CI-20
5	1	Filtro de Succión: Cabezal+Elemento+Manometro	SSF-120-03/SF6730/GV-5
4	1	Tanque de Aceite 100 lts.	
3	1	Acoplamiento Flexible	
2	1	Bomba Hidráulica Pistones Axiales 40.6 ccr	70360-RBC
1	1	Motor Electrico 15HP 1780 rpm	Weg 21 - 15hp
ITEM	CANT	DESIGNACION	CODIGO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Dibujo: F.P.R.

Lam: **A3**

Revis.: J.Ch.Ch.

Fecha: 2013.09



CONDUCTOR PROGRESIVO  
UNIDAD DE PODER HIDRAULICO  
COMPONENTES

Escala:

S/E

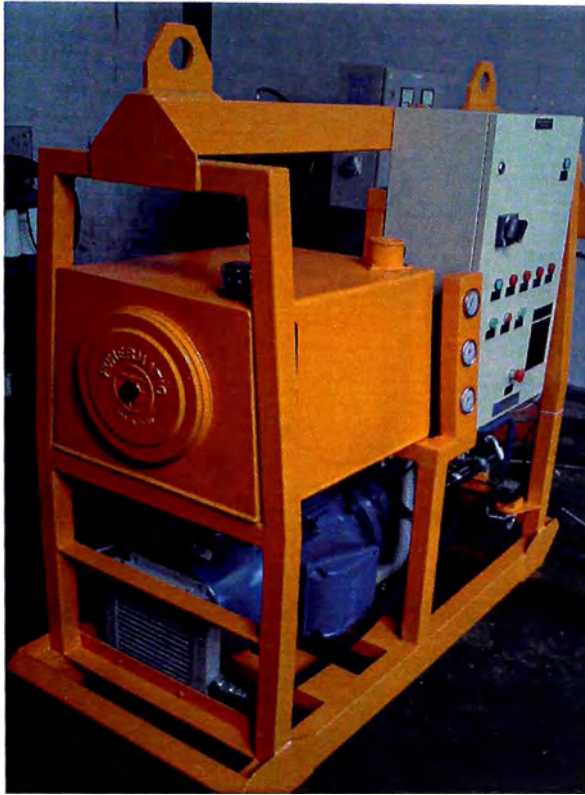
Plano N°:

PM-02

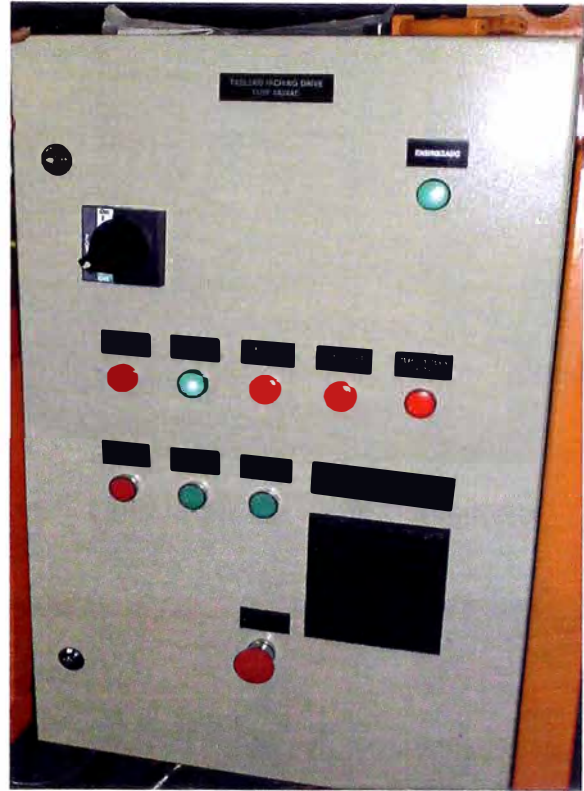
## **ANEXOS**

- A.** FOTOGRAFÍAS DEL EQUIPO FABRICADO
  
- B.** CATÁLOGOS DE COMPONENTES
  - B.1. BREVINI RIDUTTORI – Planetary S Series
  - B.2. EATON – Medium Duty Piston Motors
  - B.3. EATON – Medium Duty Piston Pump
  - B.4. WEG – Motores Trifasicos W21
  - B.5. EMMEGI – Air Oil Heat Exchangers MG Air Series
  - B.6. SUN HYDRAULICS – Cartridge Valve Technology
  - B.7. STAUFF – Hydraulics Accessories
  - B.8. MADISON – Liquid Level Switches M Series
  - B.9. ATOS – Pressure Switches

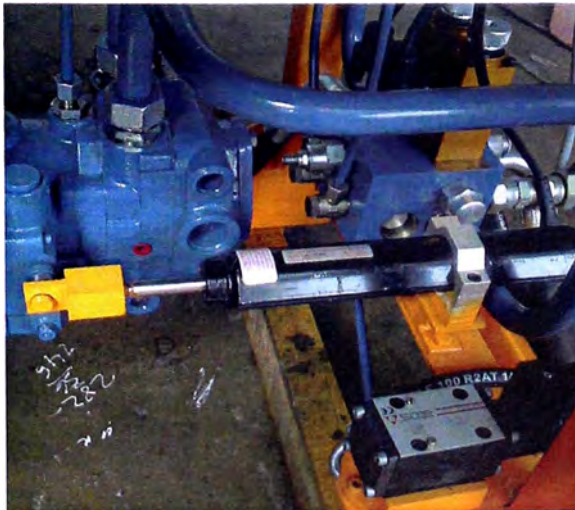
## A. FOTOGRAFÍAS DEL EQUIPO FABRICADO



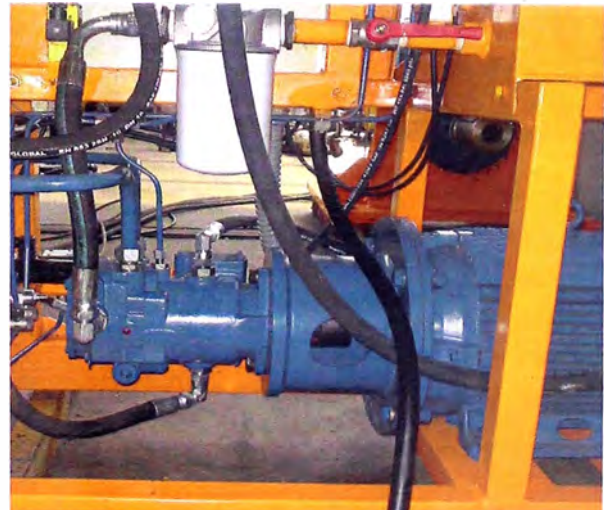
A1. Unidad de Poder Hidraulico



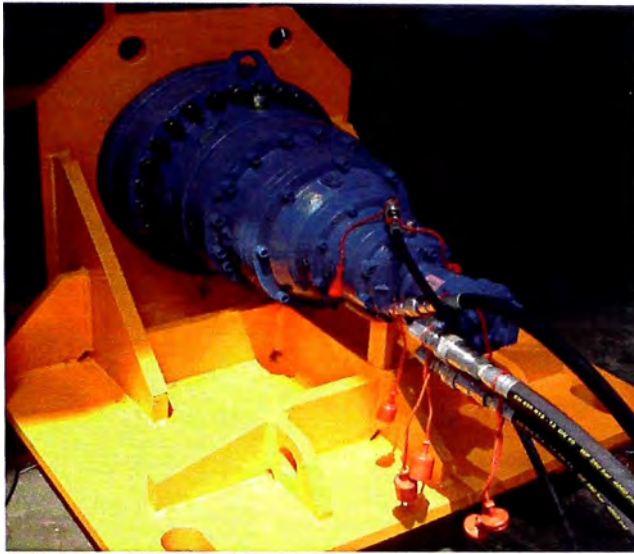
A2. Tablero Eléctrico



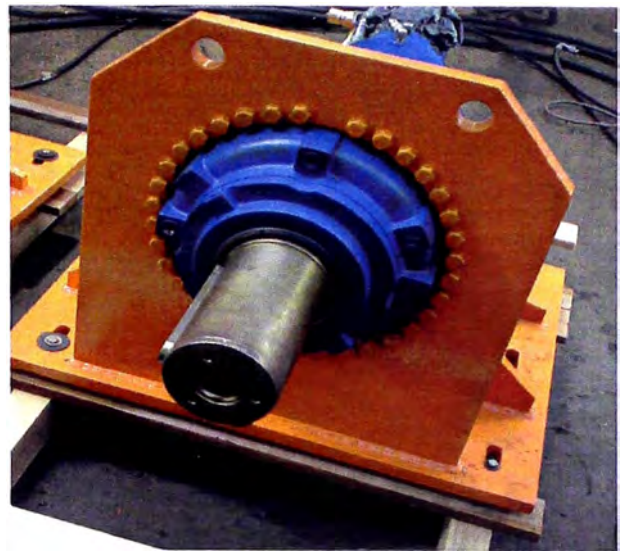
A3. Detalle de bomba y actuador electrico



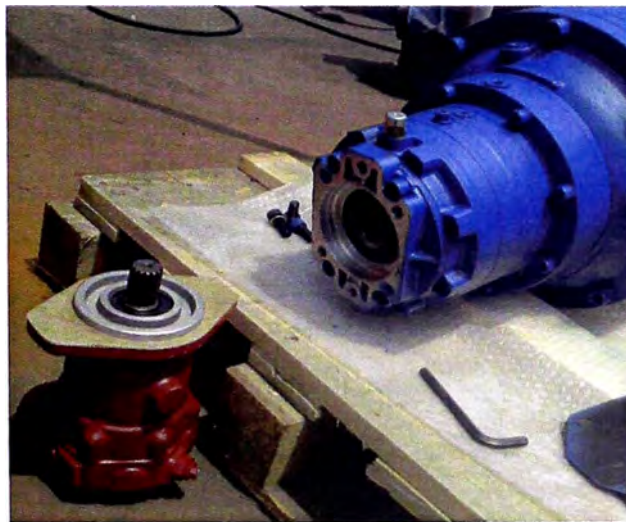
A4. Detalle Motor eléctrico, campana y bomba hidráulica.



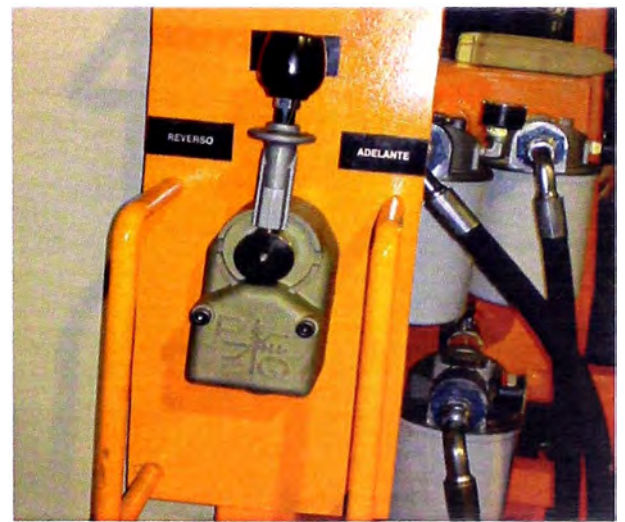
A5. Unidad Motriz – vista posterior



A6. Unidad Motriz – vista delantera



A7. Detalle de reductor y motor hidraulico



A8. Palanca de mando (Joystick)



 **brevini**  
**riduttori**  
**PLANETARY PARTNER**

Los reductores epicicloidales de la "Serie S" son una innovadora propuesta de Brevini Riduttori que por sus características y sus prestaciones se prepara a conquistar el mercado como lo hiciera hace casi treinta años la famosa "Serie PDL".

La "Serie S" es la solución ideal para aquellas aplicaciones fijas o móviles en las que se necesita un par elevado pero que dispone de mucho espacio. Un reductor epicicloidal entre 40 y 60% más ligero y compacto que uno tradicional.

En los 8 tamaños que componen la gama se han optimizado la duración y la silenciosidad. Con las diferentes versiones de salidas, las entradas prácticamente infinitas y sus numerosos accesorios, la "Serie S" se aplica a cualquier sector industrial:

- mezcladores de todo tipo de materiales
- extrusores
- todo tipo de cintas transportadoras
- líneas de puertos, fábricas, etc.
- trituradoras y molinos
- máquinas para fabricar chapas y varillas
- grandes plantas siderúrgicas
- plantas de fabricación de azúcares y aceites comestibles
- minas y minas
- purificadores.

Aquí las principales características de la nueva gama de Brevini Riduttori:

- 8 tamaños, de 34.000 Nm a 370.000 Nm de par nominal
- hasta cuatro estadios de reducción en la ejecución coaxial
- hasta cuatro estadios de reducción en la ejecución ortogonal
- versiones salida: hembra embridada o pendular, eje del eje macho cilíndrico o acanalado
- versiones entrada: eje rápido, acople de motores eléctricos y oleodinámicos, frenos de discos múltiples
- gama más amplia de accesorios para entradas y salidas
- soluciones integradas con reductores de alta tecnología.

Las cuantiosas inversiones en I+D, la selección de materiales y procesos fiables y los resultados de los numerosos test sobre el terreno son una prueba de nuestro compromiso y de la calidad intrínseca de nuestros productos. Este compromiso con la calidad se refleja en la relación precio/prestaciones inmejorable.

Os reductores epicicloidais da "Série S" representam a proposta inovadora que a Brevini Riduttori oferece ao mercado, melhorando o desempenho e as características aplicativas que determinaram o grande sucesso da "Série PDL" anterior, em produção por aproximadamente trinta anos.

A "Série S" representa a proposta ideal para todas as aplicações nas quais é necessário um elevado torque com espaços reduzidos, seja em sistemas fixos industriais, seja em máquinas móveis. A solução epicicloidal aqui representada é preferível às soluções com reductores tradicionais, porque melhoram em 40 a 60% as características de espaço e de peso.

Nos reductores da "Série S", que se desenvolvem harmonicamente em 8 tamanhos, foi otimizado o desempenho em termos de duração e de silêncio. Com as suas numerosas versões de saída, com as várias possibilidades de entrada e com todos os acessórios fornecidos, a "Série S" aumenta a possibilidade de aplicação dos reductores epicicloidais Brevini em todos os setores industriais:

- misturadores para qualquer tipo de material
- extrusores
- fitas transportadoras de qualquer tipo
- elevadores industriais e portuários
- trituradores e moinhos
- máquinas para a transformação de chapas e vergalhões
- grandes instalações siderúrgicas
- sistemas para a produção de açúcar e óleo alimentício
- sistemas para pedreiras e minas
- sistemas de depuração.

As principais características dessa nova linha da Brevini Riduttori são:

- N°8 tamanhos harmonicamente desenvolvidos, de 34.000 Nm a 370.000 Nm de torque nominal
- Execução coaxial até 4 estágios de redução
- Execução ortogonal até 4 estágios de redução
- Versões de saída: fêmea flangeada, fêmea pendular, eixo macho cilíndrico e ranhurado
- Versões de entrada com eixo rápido, preconfigurações para motores elétricos e oleodinâmicos, possibilidade de freios a discos múltiplos
- Uma ampla oferta de acessórios de entrada, de saída e kits
- Possibilidade de soluções integradas com reductores de outras tecnologias.

Os grandes investimentos dedicados, a escolha de materiais e processos altamente confiáveis, os resultados positivos dos testes finais "no campo" são o testemunho do empenho da Brevini Riduttori e da grande qualidade dos reductores da "Série S". Dedicación empresarial e qualidade de produto que posicionam os reductores Brevini no mercado com uma relação custo/benefício cada vez melhor.







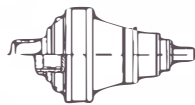
## DESCRIPTION DES RÉDUCTEURS

## 1. DESCRIPCIÓN DE LOS REDUCTORES

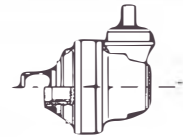
## 1. DESCRIÇÃO DOS REDUTORES

# SL

rsion  
rsión  
rsão



SL



SC

# 3002

andeur  
maño  
manho

3001, 3002, 3003, 3004  
4001, 4002, 4003, 4004

3002, 3003, 3004  
4002, 4003, 4004

1 étape  
etapa  
estágio

2 étapes  
etapas  
estágios

3 étapes  
etapas  
estágios

4 étapes  
etapas  
estágios

2 étapes  
etapas  
estágios

3 étapes  
etapas  
estágios

4 étapes  
etapas  
estágios

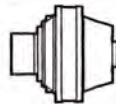
# MP

onfiguration sortie  
onfiguración de la salida  
onfiguração de saída

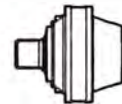
FE



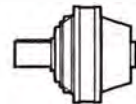
FS



MP



MP1



# 15.96

pport effectif  
alación efectiva  
alção efetiva

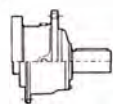
Voir tableau des caractéristiques techniques / Véase la tabla de datos técnicos / Consultar a tabela de dados técnicos ( $i_{eff}$ )

$i_{eff}$	ET11P			ET11F			ET11T			$T_{2max}$	$P_f$	
	$n_2$ [rpm]	$T_2$ [Nm]	$P_2$ [kW]	$n_2$ [rpm]	$T_2$ [Nm]	$P_2$ [kW]	$n_2$ [rpm]	$T_2$ [Nm]	$P_2$ [kW]			
SL3002	15.96 17.86	94 84	21760 22471	214 198	63 56	24574 25378	161 149	313 280	30255 31255	99 92	76000 76000	38 38

# S-65CR1

onfiguration entrée  
onfiguración de la entrada  
onfiguração de entrada

Supports mâles en entrée/entrata  
Soportes macho en la entrada  
Suportes macho na entrada



S-45CR1  
S-46C1  
S-65CR1  
S-90CR1  
ISL150  
ISL250  
ISL300  
IS300  
IS600  
IS850



65.105  
48.82  
45.70



SU1  
SU2  
SU3  
SUF1  
SUF2  
SUF3

Entrées universelles  
Entradas universales  
Entradas universais



00



S00

Freins à lamelles  
Frenos laminares  
Freios lamelares



FL250  
FL350  
FL450  
FL650  
FL750  
FL960



FL620.U  
FL635.U

\* Pour entrée universelles  
uniquement  
Solo para entrada universal  
Somente para entrada  
universal

00

# B3

osition de montage  
osición de montaje  
osição de montagem

B3 B3A V5B  
V5 B3B V6B  
V6 B3C  
B3D

# FR400

ccessoires sortie  
cesorios de salida  
cessórios de saída

Barre cannelée  
Barra acanalada  
Barra ranhurada

BS...



Rondelle frein  
Arandela de bloqueo  
Arruela de encosto

RDF...



Flasque de roue  
Brida de la rueda  
Flange de roda

FR...



Manchon ou moyeu cannelé  
Manguito acanalado  
Luva ranhurada

MS...



xemple de désignation  
emplo de identificación  
emplo de designação

SL3002/MP/15.96/S-65CR 1/B3/FR400



## DESCRIPTIONS TECHNIQUES

### Rapport de réduction $i_{eff}$

représente la relation entre la vitesse en entrée  $n_1$  et la vitesse en sortie du réducteur  $n_2$ . La modularité de la gamme proposée par Brevini Riduttori permet de disposer d'autres rapports en plus de ceux indiqués: consulter Brevini Riduttori pour l'éventuelle disponibilité d'autres rapports.

### Couple de sortie $T_2$ [Nm]

La valeur du couple de sortie se réfère à une durée de 10000 heures de fonctionnement, calculée selon I.S.O. (D.P. 6336).

Cette valeur (facteur d'application égal à 1) convient tant pour les réducteurs version en ligne que pour ceux angulaires en rapport avec les différentes vitesses en entrée.

### Couple maximum $T_{2MAX}$ [Nm]

Couple maximum de sortie admissible, comme crête ou pour de courtes durées. Pour des entraînements qui comportent un nombre élevé de démarrages ou d'inversions, même le couple maximum doit être convenablement limité par rapport à la résistance des engrenages ou des arbres.

### Couple nominal $T_N$ [Nm]

C'est le couple conventionnel qui caractérise la grandeur du réducteur. Son correspondant est le couple limite selon I.S.O. (D.P. 6336) du rapport le plus élevé de chaque grandeur.

### Puissance de sortie $P_2$ [kW]

Combinaison de la valeur de couple pour une durée de 10000 heures avec la vitesse de sortie du réducteur correspondante. Pour les versions angulaires, les valeurs sus-citées se réfèrent à une version avec prédisposition d'entrée universelle. Si la valeur de la puissance nominale de l'application concernée dépasse la valeur de la puissance thermique du réducteur en question, il faudra alors prévoir un circuit auxiliaire de refroidissement de l'huile.

### Puissance thermique $P_T$ [kW]

Puissance qui peut être transmise en continu par le réducteur, dans des conditions de fonctionnement données, relativement aux températures maximales admissibles pour le réducteur. Voir chapitre: Puissance thermique.

### Vitesse d'entrée $n_1$ [rpm]

Les valeurs de vitesse d'entrée indiquées dans le catalogue sont au nombre de trois et permettent une adaptation optimale à la plupart des applications du secteur industriel.

## DESCRIPCIONES TÉCNICAS

### Relación de reducción $i_{ef}$

Es la relación entre las velocidades de entrada  $n_1$  y de salida del reductor  $n_2$ . La gama ofrece muchas otras relaciones además de las indicadas: contacte con Brevini Riduttori para obtener más información.

### Par de salida $T_2$ [Nm]

Es el par de salida del reductor para 10000 horas de duración calculado según ISO (D.P. 6336).

El valor (factor de aplicación=1) se indica tanto para los reductores en línea como para los angulares en relación con distintas velocidades de entrada.

### Par máximo $T_{2MAX}$ [Nm]

Es el máximo par de salida admisible, como pico o en intervalos cortos. Si el accionamiento realiza arranques o inversiones frecuentes es preciso limitarlo de acuerdo con la resistencia de los engranajes o de los ejes.

### Par nominal $T_N$ [Nm]

Es el par convencional que corresponde al tamaño del reductor. Coincide con el par límite ISO (D.P. 6336) de la relación más grande de cada tamaño.

### Potencia de salida $P_2$ [kW]

Combina el par para 10000 horas de duración con la velocidad de salida del reductor. Los valores arriba indicados se refieren a una versión angular con entrada universal. Cuando la potencia nominal de la aplicación es mayor que la potencia térmica del reductor es preciso instalar un circuito auxiliar para enfriar el aceite.

### Potencia térmica $P_T$ [kW]

Potencia que el reductor puede transmitir de manera continua en determinadas condiciones de funcionamiento para la máxima temperatura admitida por el mismo. Véase el capítulo: Potencia térmica.

### Velocidad de entrada $n_1$ [rpm]

Los tres valores de velocidad que aparecen en el catálogo cubren la mayor parte de las aplicaciones industriales.

## 2. DESCRIÇÕES TÉCNICAS

### Relação de redução $i_{ef}$

Representa a relação entre a velocidade de entrada  $n_1$  e de saída do reductor  $n_2$ . A modularidade da gama proposta pela Brevini Riduttori permite a disponibilidade de outras relações além daquelas indicadas: consultar a Brevini Riduttori para obter a eventual disponibilidade de relações adicionais.

### Torque de saída $T_2$ [Nm]

Valor do torque de saída do reductor com referência a uma duração de 10.000 horas de funcionamento, calculada conforme a ISO (D.P. 6336). Esse valor (fator de aplicação igual a 1) é indicado para os reductores nas versões em linha e angulares em relação às diversas velocidades de entrada.

### Torque máximo $T_{2MAX}$ [Nm]

Torque máximo de saída admissível, como pontas ou para durações curtas. Para acionamentos que implicam um número elevado de partidas ou inversões, também o torque máximo de emprego deve ser limitado de forma adequada em relação à resistência das engrenagens ou dos eixos.

### Torque nominal $T_N$ [Nm]

É o torque convencional que caracteriza o tamanho do reductor. Encontra correspondência com o torque de limite conforme a ISO (D.P. 6336) da maior relação de cada tamanho.

### Potência de saída $P_2$ [kW]

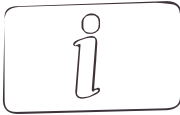
Combinação do valor de torque relativo a uma duração de 10000 horas à velocidade de saída respectiva do reductor. Para as versões angulares, os valores mencionados anteriormente fazem referência a uma versão com entrada universal. Nos casos em que o valor da potência nominal na aplicação considerada ultrapasse o valor da potência térmica do reductor em questão, será necessário prever um circuito auxiliar apropriado de arrefecimento do óleo.

### Potência térmica $P_T$ [kW]

Potência que pode ser transmitida de maneira contínua pelo reductor em determinadas condições de funcionamento em relação às temperaturas máximas admissíveis para o reductor. Consultar o capítulo: Potência térmica.

### Velocidade de entrada $n_1$ [rpm]

Os valores de velocidade de entrada indicados no catálogo são três para cobrir a maior parte das aplicações do setor industrial.



### Facteur d'application $K_A$

Le facteur d'application est défini par le type de moteur primaire et par le type de machine menée. Il s'agit d'une valeur empirique fixée par les normes par le biais de l'historique des différentes applications et tient compte des variations de charge, des chocs de la transmission et l'incertitude relative à la variation des paramètres qui participent à la transmission de la puissance.

L'importance de la machine menée est fondamentale pour la détermination du facteur  $K_A$  dans la mesure où les moteurs utilisés en combinaison avec les réducteurs sont normalement électriques ou hydrauliques et donc classés comme motorisations à entraînement uniforme. Elle doit être multipliée par le couple (ou la puissance) nominale de fonctionnement pour obtenir le couple (ou la puissance) de référence à comparer avec la valeur du catalogue.

Dans le cas de moteurs primaires différents de ceux indiqués ou dans le cas de calcul de durées différentes des 10000 heures prévues, consulter le service technico-commercial Brevini Riduttori.

Le tableau suivant donne quelques valeurs du facteur d'application.

MACHINES MENÉES MÁQUINA GOBERNADA MÁQUINA COMANDADA	$K_A$
<b>Agitateurs/Mélangeurs</b> <b>Agitadores/Mezcladores</b> <b>Agitadores/Misturadores</b>	
Substances liquides	
Líquidos	1
Substâncias líquidas	
Substances semi-liquides	
Semilíquidos	1.25
Substâncias semilíquidas	
Liquides de densité variable	
Líquidos no homogéneos	1.25
Líquido não homogéneo	
<b>Briques, travail de l'argile</b> <b>Elaboración de piedra y arcilla</b> <b>Processamento de pedra e argila</b>	
Presses à briques	
Prensas para ladrillos	1.75
Prensas para tijolos	
Machines à briquettes	
Máquinas para fabricar azulejos	1.75
Máquina para azulejos	
Compacteurs	
Compactadoras	2
Compactadores	
<b>Convoyeurs</b> <b>Transportadores</b> <b>Transportadores</b>	

### Factor de aplicación $K_A$

El factor de aplicación está definido por el tipo de motor principal y el tipo de máquina accionado por el reductor. Es un valor empírico que refleja las experiencias realizadas con numerosas aplicaciones. Toma en cuenta las variaciones de carga, los choques de la transmisión y la incertidumbre acerca de cómo varían los parámetros involucrados en la transmisión de potencia.

El tipo de máquina accionada es fundamental para determinar el factor  $K_A$ , ya que los motores que se combinan con reductores son normalmente eléctricos o hidráulicos y se considera que el accionamiento es uniforme.

El factor de aplicación se multiplica por el par (o por la potencia) nominal de funcionamiento para obtener un par (o una potencia) de referencia que se compara con el valor del catálogo.

Si los motores principales son diferentes de los indicados o la duración prevista no es 10000 horas, se ruega consultar con el servicio técnico de Brevini Riduttori.

La tabla indica algunos valores para el factor de aplicación.

MACHINES MENÉES MÁQUINA GOBERNADA MÁQUINA COMANDADA	$K_A$
À vis	
de tornillo	1
De parafuso	
Uniformément alimentés	
Alimentación uniforme	1
Alimentados uniformemente	
<b>Pour cycle continu</b> <b>Para ciclo continuo</b> <b>Para ciclo continuo</b>	
non uniformément alimentés	
Alimentación no uniforme	1.25
alimentados não uniformemente	
réversibles	
con inversión del movimiento	1.75
com inversão de movimento	
<b>Grue</b> <b>Grúas</b> <b>Guindaste</b>	
<b>Portuaire</b> <b>para puertos</b> <b>De porto</b>	
Levage charge	
Elevación de la carga	2.5
Çamento de carga	
Levage auxiliaire	
Elevación auxiliar	2.5
Çamento auxiliar	

### Fator de aplicação $K_A$

O fator de aplicação é definido pelo tipo de máquina motriz e pelo tipo de máquina acionada pelo reductor. Trata-se de um valor empírico estabelecido pelas normas através da experiência histórica das diversas aplicações e leva em consideração as variações de carga, os impactos da transmissão e a incerteza relativas à variação dos parâmetros que concorrem para a transmissão da potência. A importância da máquina acionada é fundamental na determinação do fator  $K_A$ , porque os motores utilizados em combinação com os redutores normalmente são elétricos ou hidráulicos e, portanto, são classificados como motorizações com acionamento uniforme.

Deve ser multiplicado pelo torque (ou a potência) nominal de funcionamento para obter o torque (ou a potência) de referência a ser comparado com o valor do catálogo.

No caso de máquinas motrizes diferentes daquelas indicadas ou caso seja necessário calcular durações diferentes das 10000 horas previstas, consultar o Serviço Técnico Comercial da Brevini Riduttori.

A tabela a seguir indica alguns valores do fator de aplicação.

MACHINES MENÉES MÁQUINA GOBERNADA MÁQUINA COMANDADA	$K_A$
Levage bras	
Elevación del brazo	2.5
Çamento braço	
Rotation bras	
Rotación del brazo	2.5
Rotação braço	
Translation grue	
Traslación de la grúa	3
Translação guindaste	
<b>Conteneurs</b> <b>Container</b> <b>Contêiner</b>	
Levage conteneurs	
Elevación de un container	3
Çamento de contêiner	
Levage bras	
Elevación del brazo	2
Çamento braço	
<b>Application industrielle</b> <b>Aplicaciones industriales</b> <b>Aplicação industrial</b>	
Levage principal	
Elevación principal	2.5
Çamento principal	
Levage auxiliaire	
Elevación auxiliar	2.5
Çamento auxiliar	

<b>MACHINES MENÉES</b> <b>MÁQUINA GOBERNADA</b> <b>MÁQUINA COMANDADA</b>	<b>K<sub>A</sub></b>	<b>MACHINES MENÉES</b> <b>MÁQUINA GOBERNADA</b> <b>MÁQUINA COMANDADA</b>	<b>K<sub>A</sub></b>	<b>MACHINES MENÉES</b> <b>MÁQUINA GOBERNADA</b> <b>MÁQUINA COMANDADA</b>	<b>K<sub>A</sub></b>
Ponts		Cycle continu- à vis		Machines à travailler les grumes	
Puente 3	3	Ciclo continuo - de tornillo	1.75	Aserraderos	1.75
Ponte rolante		Ciclo continuo - de parafuso		Processamento de tronco	
Manutention chariot		Cycle intermittent- à vis		Raboteuses	
Desplazamiento del carro 3	3	Ciclo intermitente - de tornillo	1.75	Cepilladoras	1.75
Movimentação carrinho		Ciclo intermitente - de parafuso		Plaina	
<b>Broyeurs</b>		<b>Alimentateurs</b>		Transferts	
<b>Trituradoras</b>		<b>Alimentadores</b>		Transbordadores	1.25
<b>Trituradores</b>		<b>Alimentadores</b>		Transbordador	
Cailloux et métaux		À plateaux		Écorceuses	
Piedras y metales	1.75	Planchas	1.25	Descortezadoras	1.75
Pedras e metais		De placas		Descascador	
<b>Dragues</b>		Bande transporteuse		Chaînes d'alimentation des raboteuses	
<b>Dragas</b>		Cinta	1.25	Alimentación de cepilladoras	1.25
<b>Dragas</b>		De fita		Alimentação plaina	
Bobine pour câble		À vis		Transferts à chaîne	
Bobina para el cable	1.25	Tornillo	1.25	Transbordadores de cadena	1.5
Enrolador de cabo		De parafuso		Transbordador a corrente	
Convoyeurs		<b>Industrie alimentaire</b>		<b>Métallurgie</b>	
Transportador	1.25	<b>Industria alimentaria</b>		<b>Mecanizado de metales</b>	
Transportador		<b>Indústria alimentícia</b>		<b>Processamento de metais</b>	
Commande tête d'outil		Traitement des céréales		Retourneurs	
Cabezal portabroca	2	Elaboración de cereales	1	Volquetes	2
Cabeça portafresa		Processamento de cereais		Tombadores	
Tamis		mélangeurs pour pâte à pain		Pousseurs de lingots	
Cedazos	1.75	Mezcladoras para masa	1.25	Empujadores de lingotes	1.5
Peneiradores		misturadores para massas		Empurrador de lingotes	
Convoyeurs à godets		Hâcheurs à viande		Coupeurs ou fendeuses	
Transportador de cangilones	1.25	Trituradoras de carne	1.25	Cizalladoras	2
Transportador de canecas		Trituração de carne		Traçadores	
Treuil de manoeuvre		<b>Élévateurs</b>		Bancs à étirer	
Cabrestantes para maniobras	1.25	<b>Elevadores/Suspensores</b>		Trafiladoras	1.25
Guinchos de manobra		<b>Elevadores</b>		Trefiladora	
<b>Élevateurs</b>		Cycle continu		Dévidoirs	
<b>Elevadores</b>		Ciclo continuo	1.75	Aspos	1.5
<b>Elevadores</b>		Ciclo continuo		Bobina	
À godets		Cycle intermittent		<b>Rubans</b>	
Cangilones	1.25	Ciclo intermitente	1.25	<b>Fabricación de cintas</b>	
De canecas		Ciclo intermitente		<b>Procesamento de fitas</b>	
Escalators		Levage benne		Tambours rubaniers ou rubaneuses	
Escaleras mecánicas	1	Elevación de un cajón	1.25	Encintadoras	
Escada rolante		Içamento de caixa		Máquinas para fitas	
<b>Extrudeuses</b>		<b>Machines à laver</b>		Enrouleurs Dérouleurs	
<b>Extrusores</b>		<b>Máquinas lavadoras</b>		Enrolladoras Desenrolladoras	1
<b>Extrusores</b>		<b>Máquinas de lavagem</b>		Enrolador Desenrolador	
En général		Tonneaux	1.25	Rogneuses	
Todos los tipos	1.5	Toneles		Cortadoras	1.25
Em geral		Tambores		Tosquiador	
<b>Plastique</b>		Laveuses		Planeuses	
<b>Plástico</b>		Lavadora	1.5	Aplanadoras	1.25
<b>Plástico</b>		Lavadora		Nivelador	
À vitesse variable		<b>Machines à bois</b>		Régulation des tambours	
Velocidad variable	1.5	<b>Máquinas para madera</b>		Ajuste de los cilindros	1.25
De velocidade variável		<b>Máquinas para madeira</b>		Regulação de cilindros	
À vitesse fixe		Convoyeurs		Traitement des déchets	
Velocidad fija	1.75	Transportadores	1.25	Tratamiento de la chatarra	1.25
De velocidade fixa		Transportadores		Tratamento de sucata	
<b>CaOutchouc</b>		à cycle continu		Trancheuses	
<b>Goma</b>		De ciclo continuo	1.5	Cizalladoras	2
<b>Borracha</b>		De ciclo continuo		Traçadores	

**MACHINES MENÉES**  
**MÁQUINA GOBERNADA** **K<sub>A</sub>**  
**MÁQUINA COMANDADA**

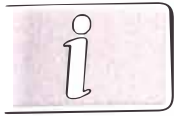
Trancheuses à bande	
Cizalladoras de cintas	
Trançadores de faixa	
<b>Traitement du ciment</b>	
<b>Producción de cemento</b>	
<b>Processamento de cimento</b>	
Fours de cimenterie	
Hornos para cemento	1.5
Forno para cimento	
Séchoirs	
Secadores	1.5
Secadores	
Mélangeurs	
Mezcladoras	1.25
Misturadores	
<b>Papier</b>	
<b>Industria papelera</b>	
<b>Processamento de papel</b>	
Agitateurs mélangeurs	
Agitadores Mezcladoras	1.5
Agitadores Misturadores	
Agitateurs de liquides	
Agitadores para líquidos	1.25
Agitadores de substâncias liquidas	
Calandres	
Calandras	1.25
Calandras	
Déchiqueteuses	
Trituradoras	2
Triturador	
Chaines d'alimentation des déchiqueteuses	
Alimentadores de trituradoras	1.5
Alimentador triturador	
Glaceuses	
Rodillos para pulir	1.25
Rolos de polimento	
<b>Convoyeurs</b>	
<b>Transportadores</b>	
<b>Transportadores</b>	
copeaux écorce	
Virutas Corteza	1.25
Cavacos casca	
Grumes	
Troncos	2
Troncos	
<b>Séchoirs</b>	
<b>Secadores</b>	
<b>Secadores</b>	
Trancheuses	
Cortadoras	1.25
Cortadora	
Convoyeurs	
Transportadores	1.5
Transportadores	
Extrudeuses	
Extrusores	1.5
Extrusores	
<b>Cribles ou tamis</b>	
<b>Tamices</b>	
<b>Peneiras</b>	

**MACHINES MENÉES**  
**MÁQUINA GOBERNADA** **K<sub>A</sub>**  
**MÁQUINA COMANDADA**

Copeaux	
Virutas	1.5
Cavacos	
Rotatifs	
Giratorios	1.5
Rotativos	
Vibrants	
Vibradores	2
Vibração	
Size press	
Size press	1.25
Size press	
Super calendar	
Super calendar	1.25
Super calendar	
Épaisseurs (moteur à c.a.)	
Espesadores (motor de corriente alternada)	1.5
Espessador (motor CA)	
Épaisseurs (moteur à courant continu)	
Espesadores (motor de corriente continua)	1.25
Espessador (motor CC)	
Laveurs (moteur à c.a.)	
Lavadora (motor de corriente alternada)	1.5
Lavadora (motor CA)	
Laveurs (CC moteur à cour. cont.)	
Lavadora (motor de corriente continua)	1.25
Lavadora (motor CC)	
<b>Plastique</b>	
<b>Industria del plástico</b>	
<b>Processamento de plástico</b>	
Mélangeurs pour lots	
Mezcladora por lotes	1.75
Misturador por lotes	
Mélangeurs à cycle continu	
Mezcladora de ciclo continuo	1.5
Misturador de ciclo continuo	
Calandres	
Calandras	1.5
Calandras	
<b>Gaoutchouc</b>	
<b>Industria del caucho</b>	
<b>Processamento de borracha</b>	
Mélangeurs pour lots	
Mezcladora por lotes	1.75
Misturador por lotes	
Mélangeurs à cycle continu	
Mezcladora de ciclo continuo	1.5
Misturador de ciclo continuo	
Calandres	
Calandras	1.5
Calandras	
Chauffage du sable	
Calentamiento de arena	1.25
Aquecimento de areia	
<b>Traitement des eaux</b>	
<b>Tratamiento de aguas</b>	
<b>Tratamento de águas residuais</b>	
Écran à barres	
Pantallas de barras	1.25
Tela de barras	

**MACHINES MENÉES**  
**MÁQUINA GOBERNADA** **K<sub>A</sub>**  
**MÁQUINA COMANDADA**

Alimentateurs substances chimiques	
Alimentadores de sustancias químicas	1.25
Alimentadores de produtos químicos	
Écrans déshydrateurs	
Pantallas deshidratadoras	1.5
Telas desidratadores	
Séparateurs parties lourdes	
Separadores de partes pesadas	1.5
Separador partes pesadas	
Mélangeurs	
Mezcladoras	1.5
Misturador	
Collecteurs de boues	
Colectores para lodos	1.25
Coletor de lama	
Épaisseurs	
Espesadores	1.5
Espessador	
Filtres à vide	
Filtros en vacío	1.5
Filtros a vácuo	
<b>Écrans</b>	
<b>Pantallas</b>	
<b>Telas</b>	
Lavage à air	
Limpieza con aire	1
Lavagem a ar	
Rotatifs pour gravier	
Giratorias para grava	1.25
Rotativos para cascalho	
<b>Sucre</b>	
<b>Industria azucarera</b>	
<b>Processamento de açúcar</b>	
Coupeur de betteraves	
Cortadoras de remolachas	2
Cortador de beterraba	
Broyeurs de cannes à sucre	
Molinos de caña	1.5
Moendas para cana	
Broyeurs	
Trituradoras	1.5
Trituradores	
Moulins	
Muelas	1.75
Moinhos	
<b>Textile</b>	
<b>Industria textil</b>	
<b>Processamento de tecidos</b>	
Gâcheurs ou bacs de dosage	
Sistemas de dosificación	1.25
Sistemas de dosagem	
Calandres	
Calandras	1.25
Calandras	
Sécheurs	
Secadores	1.25
Secadores	



### Facteur Cs

Facteur tenant compte du nombre de démarrages dans l'unité de temps.

### Factor Cs

Este factor toma en cuenta el número de arranques por unidad de tiempo.

### Fator Cs

Fator que considera o número de partidas na unidade de tempo.

Cs	Démarrages par heure / Arranques por hora / Partidas horárias			
	1-5	6-25	26-100	101-200
Cs	1	1.05	1.15	1.25

### Température [°C]

La température de fonctionnement idéale est comprise entre 50 °C et 70 °C. Pour de courtes périodes de fonctionnement, il est possible d'atteindre une température de 80 °C. Le meilleur système pour surveiller la température est celui d'adopter un système auxiliaire d'échange thermique. Pour des températures ambiantes très basses, inférieures à -15 °C par exemple, ou de fonctionnement supérieures à 80 °C, il est nécessaire d'utiliser des huiles appropriées, ainsi que des joints et matériaux spéciaux qui peuvent être fournis sur demande. Toutefois, il est préférable de prendre contact avec le service technico-commercial Brevini. Voir chapitre : Graissage.

### Temperatura [°C]

La temperatura de funcionamiento ideal está entre 50 y 70 °C. Por periodos breves se puede llegar a 80 °C. El mejor método para regular la temperatura es instalar un sistema auxiliar de intercambio térmico. Si la temperatura ambiente está por debajo de -15 °C o la temperatura de funcionamiento sobrepasa los 80 °C es preciso utilizar aceites, guarniciones y materiales especiales que Brevini Riduttori suministra bajo pedido. Se aconseja contactar con el Servicio Técnico de Brevini.

Véase el capítulo: Lubricación.

### Temperatura [°C]

A temperatura de funcionamento ideal está compreendida entre 50 °C e 70 °C. Por periodos curtos é possível atingir 80 °C. O melhor sistema para manter a temperatura sob controle é recorrer a um sistema auxiliar de troca térmica.

Para temperaturas ambientes muito baixas, inferiores a -15 °C, ou temperaturas de funcionamento superiores a 80 °C, são necessários óleos adequados, junto com guarnições e materiais especiais que podem ser fornecidos a pedido. De qualquer modo é aconselhável consultar o Serviço Técnico Comercial da Brevini. Consultar o capítulo: Lubrificação.

### Charges sur les arbres en sortie / entrée FR [N]

Sur le catalogue, pour chaque grandeur de réducteur, sont reportés les diagrammes des charges radiales FR admissibles sur les arbres de sortie référées à  $n_2 \times h = 10^5$  des roulements. Pour des durées différentes, les charges devront être multipliées par le coefficient C (que l'on peut tirer du diagramme 2) qui ne doit pas dépasser la valeur de 1.5, et ce indépendamment de la durée.

### Cargas sobre los ejes de salida / entrada FR [N]

Para cada tamaño de reductor el catálogo trae los diagramas de las cargas radiales FR admitidas en los ejes de salida para  $n_2 \times h = 10^5$  de los cojinetes. Si la duración es diferente, las cargas se deben multiplicar por el coeficiente C (tomándolo del diagrama 2). De todas maneras, independientemente de la duración, C no puede ser mayor que 1.5.

### Cargas nos eixos de saída/entrada FR [N]

Para cada tamanho de redutor são indicados no catálogo os diagramas das cargas radiais FR admissíveis nos eixos de saída referidos a  $n_2 \times h = 10^5$  dos coxins.

Para durações diferentes, as cargas deverão ser multiplicadas pelo coeficiente C (obtido no diagrama 2), o qual não deverá ultrapassar o valor de 1.5, independentemente da duração.

### Exemple / Ejemplo / Exemplo

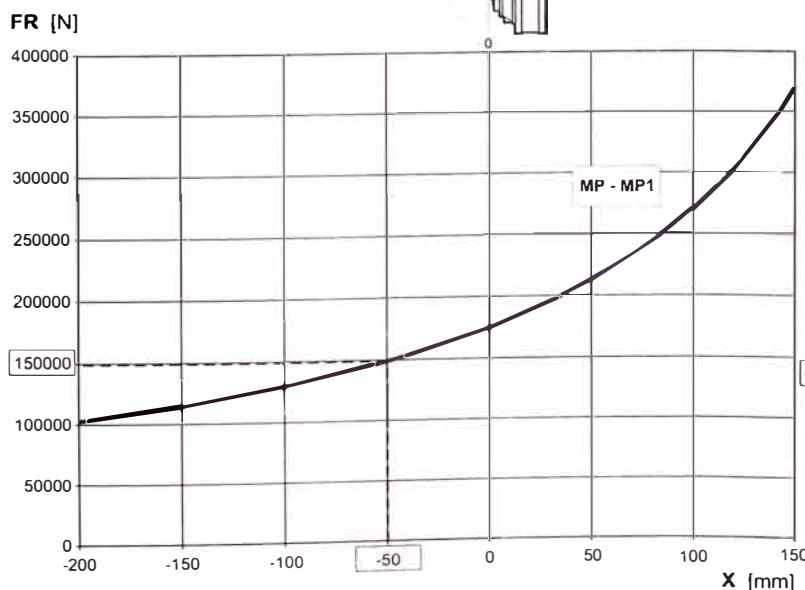


diagramme / diagrama / diagrama 1

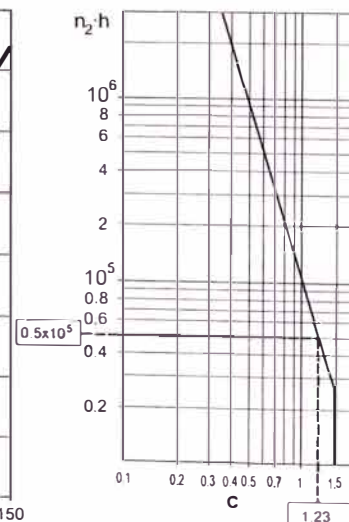
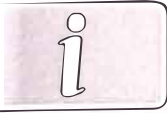


diagramme / diagrama / diagrama 2

**Données:**

Réducteur SL3003 MP  
 Charge radiale appliquée F = 185000 N  
 Position de la charge X = - 50 mm  
 Vitesse de rotation en sortie  $n_2 = 20$  rpm

**Pour calculer:**

Charge radiale admissible  
 FR = 150000 N (voir diagramme 1)

$$c = \frac{F}{FR} = 1.23$$

$$1.23 < 1.5 \text{ (C max)}$$

Durée des roulements  $n_2 \cdot h = 0.5 \cdot 10^5$   
 voir diagramme 2)

$$h = \frac{0.5 \cdot 10^5}{20} = 2500 \text{ heures}$$

En présence d'une charge axiale, il est conseillé de prendre contact avec le service technico-commercial Brevini.

Pour les arbres en entrée, consulter les tableaux correspondants.

Les réducteurs avec sortie à arbre femelle (FE - FS) sont normalement utilisés pour la transmission du couple uniquement et ne sont pas adaptés à supporter des charges radiales.

Pour de plus amples informations, prendre contact avec le service technico-commercial Brevini.

**Datos:**

Reductor SL3003 MP  
 Carga radial aplicada F = 185000 N  
 Posición de la carga X = - 50 mm  
 Velocidad de salida  $n_2 = 20$  rpm

**Sirven para calcular:**

Carga radial admisible  
 FR = 150000 N (véase el diagrama 1)

$$c = \frac{F}{FR} = 1.23$$

$$1.23 < 1.5 \text{ (C max)}$$

Duración de los rodamientos  $n_2 \cdot h = 0.5 \cdot 10^5$   
 (véase el diagrama 2)

$$h = \frac{0.5 \cdot 10^5}{20} = 2500 \text{ horas}$$

Si la carga es axial, se ruega contactar con el Servicio Técnico de Brevini.

Los ejes de entrada se encuentran en las tablas correspondientes.

Los reductores con salida hembra (FE - FS) se emplean generalmente para transmitir sólo el par y no admiten cargas radiales.

Se aconseja contactar con el Servicio Técnico de Brevini.

**Dado:**

Redutor SL3003 MP  
 Carga radial aplicada F = 185000 N  
 Posição da carga X = - 50 mm  
 Rotação na saída  $n_2 = 20$  rpm

**Com os quais calculamos:**

Carga radial admissível  
 FR = 150000 N (ver o diagrama 1)

$$c = \frac{F}{FR} = 1.23$$

$$1.23 < 1.5 \text{ (C max)}$$

Duração dos coxins  $n_2 \cdot h = 0.5 \cdot 10^5$   
 (ver o diagrama 2)

$$h = \frac{0.5 \cdot 10^5}{20} = 2500 \text{ horas}$$

Em presença de carga axial, é aconselhável entrar em contato com o Serviço Técnico Comercial da Brevini.

Para os eixos de entrada, ver as respectivas tabelas.

Os reductores com saída de eixo fêmea (FE - FS) são empregados normalmente para a transmissão exclusiva de torque e não são adequados a suportar nenhuma carga radial.

Para obter informações eventuais, consultar o Serviço Técnico Comercial da Brevini.

**Puissance thermique  $P_T$  [kW]**

Les puissances thermiques des réducteurs sont indiquées dans les tableaux qui résument les performances techniques des différents étages de réduction.

Les valeurs données se réfèrent à un service continu du réducteur :

- Avec une lubrification par barbotage
- Monté horizontalement
- Avec une vitesse d'entrée du réducteur de 1500 rpm
- Pour une température maximale de l'huile de 80 °C (olio VG150)
- Avec une température ambiante de 20 °C
- Dans la condition d'emploi "milieu ambiant grand".

**Potencia térmica  $P_T$  [kW]**

Las potencias térmicas de los reductores se indican en las tablas que sintetizan las prestaciones técnicas de las diferentes etapas.

Los valores se refieren a reductores para uso continuo con las siguientes características:

- Lubricación por borboteo
- Montaje horizontal
- Velocidad de entrada 1500 rpm
- Temperatura máxima del aceite 80 °C (olio VG150)
- Temperatura ambiente 20 °C
- Funcionamiento en un "ambiente grande".

**Potência térmica  $P_T$  [kW]**

As potências térmicas dos reductores são indicadas nas tabelas que sintetizam o desempenho técnico dos vários estágios de redução.

Os valores publicados fazem referência a um emprego contínuo do redutor:

- Com lubrificação por agitação
- Montado horizontalmente
- A uma velocidade de entrada no redutor de 1500 rpm
- Para uma temperatura máxima do óleo de 80 °C (olio VG150)
- A uma temperatura ambiente de 20 °C
- Na condição de emprego "ambiente grande".



### Facteur K

Dans le cas de cycles de fonctionnement qui prévoient un service intermittent du réducteur et/ou une température ambiante différente de 20 °C, la puissance thermique du réducteur pourra être adaptée à l'application spécifique avec le facteur K.

### Factor K

Si el ciclo de lavoro contempla un uso intermitente del reductor o una temperatura ambiente distinta de 20 °C, la potencia térmica del reductor se puede corregir por medio del factor K.

### Fator K

No caso de ciclos de trabalho que prevejam um emprego intermitente do redutor e/ou na presença de uma temperatura ambiente diferente de 20 °C, a potência térmica do redutor poderá ser adequada à aplicação específica através do fator K.

Heures de fonctionnement par jour Horas de trabajo diarias Horas de trabalho diárias	Température ambiante / Temperatura ambiente / Temperatura ambiente [°C]				
	10°	20°	30°	40°	50°
≥10	1.15	1	0.85	0.7	0.6
8	1.25	1.1	1	0.85	0.7
6	1.4	1.25	1.1	1	0.85
4	1.6	1.4	1.25	1.1	1
2	1.8	1.6	1.4	1.25	1.1

### Facteur S

Dans les cas où la vitesse d'entrée est différente de 1 500 tr/min, l'adaptation de la puissance thermique au cas spécifique pourra se faire en utilisant le facteur S.

### Factor S

Si la velocidad de entrada es distinta de 1500 rpm la potencia térmica corregir por medio del factor S.

### Fator S

Caso a velocidade de entrada seja diferente de 1500 rpm, a adequação da potência térmica à situação específica poderá ocorrer através do emprego do fator S.

S	n <sub>1</sub> [min <sup>-1</sup> ]			
	1750	1500	1000	500
	0.94	1	1.05	1.1

### Facteur R

Dans le cas où le réducteur serait placé en un milieu ambiant restreint ou à l'extérieur, la puissance thermique pourra être modifiée en appliquant le facteur R.

### Factor R

Si el reductor está colocado en un ambiente pequeño o a la intemperie la potencia térmica se puede corregir por medio del factor R.

### Fator R

Caso o redutor seja colocado em um ambiente fechado ou ao ar livre, a potência térmica poderá ser modificada com o auxílio do fator R.

R	Milieu ambiant petit Ambiente pequeño Ambiente pequeno	Milieu ambiant grand Ambiente grande Ambiente grande	En plein air Al aire libre Área aberta
	0.70	1.00	1.35

En général, la puissance thermique du réducteur sera :

En el caso más general la potencia térmica del reductor será:

No caso mais geral, a potência térmica adequada do redutor será:

$$P_{T1} = P_T \cdot K \cdot S \cdot R$$

La puissance thermique doit être supérieure à la puissance à transmettre dans toutes les conditions du cycle de fonctionnement.

Si la puissance thermique du réducteur est inférieure à la puissance à transmettre, même en une seule condition du cycle de fonctionnement, il faudra prévoir la mise en place d'un circuit auxiliaire de refroidissement.

Pour la sélection de ce circuit, se référer au chapitre : Graissage.

La potencia térmica debe ser mayor que la que se debe transmitir en cualquier condición del ciclo de utilización.

Cuando es menor aunque sea en una sola condición del ciclo, es preciso instalar un circuito de enfriamiento auxiliar.

Antes de hacerlo conviene consultar el capítulo: Lubricación.

A potência térmica deve ser superior à potência a ser transmitida em todas as condições do ciclo de trabalho.

Caso a potência térmica do redutor seja inferior à potência a ser transmitida, mesmo que somente em uma condição do eventual ciclo de trabalho, será necessário prever a presença de um circuito auxiliar de arrefecimento.

Para efetuar a seleção desses circuitos, consultar o Capítulo: Lubrificação.





### 3. EXEMPLE DE SÉLECTION DU RÉDUTEUR

#### Renseignements utiles pour la sélection Moteur primaire:

Électrique 22 kW à 1500 tr/min

#### Machine menée:

bande transporteuse non uniformément alimentée

Service: continu 10 heures par jour

Nombre de démarrages par heure: 1

Couple de fonctionnement requis: 100000 Nm

Couple maximum au démarrage: 200000 Nm

Vitesse de rotation: 1.9 rpm

Durée de vie requise pour la transmission: 10000 h

Position de fonctionnement: horizontale

Température ambiante 30 °C

Milieu de travail grand

#### Sélection du réducteur

Rapport requis: 1500 / 1.9 = 789

Facteur d'application  $K_A$ : 1.25

Couple pour la sélection du réducteur:

$$T_2 = 100000 \cdot K_A \cdot C_S = 100000 \cdot 1.25 \cdot 1 = 125000 \text{ Nm}$$

Le réducteur à sélectionner doit avoir un  $T_2 > T_{2R}$  couple de référence pour la sélection du réducteur.

Donc, aller à la page 15 et sélectionner dans la colonne  $T_N$  du tableau la valeur immédiatement plus grande de la valeur obtenue ( $T_{2R}=125000$ ), à savoir 133000 Nm; sur la même ligne dans la colonne "Type" on pourra déduire que le réducteur adapté sera de grandeur S1200; dans le tableau "Caractéristiques techniques" de la page 56, sélectionner le rapport " $i_{eff}$ " le plus près de celui requis de  $i=789$ , qui sera  $i_{eff}=778.1$ , donc, dans la colonne correspondant à 1500 tr/min à la hauteur du rapport sélectionné, on lira un  $T_2=133173$  Nm et, par conséquent, la configuration du réducteur sera "SL12004".

Le couple maximum du réducteur

SL12004

$$T_{2max} = 250000 \text{ Nm} > 200000 \text{ Nm}$$

La capacité thermique du réducteur

SL12004

$$P_T = 31 \text{ kW}$$

Il faut tenir compte du coefficient K à cause de la température ambiante, raison pour laquelle la capacité thermique du réducteur résultera:

$$P_{T1} = 31 \cdot 0.85 = 26.35 \text{ kW}$$

La vitesse en entrée étant égale à 1 500 tr/min, le facteur  $S = 1$

Puissance requise par l'application :  $100000 \cdot 1.9 / 9550 = 20 \text{ kW}$

Puisque  $26,35 \text{ kW} > 20 \text{ kW}$  aucun système de refroidissement auxiliaire du réducteur n'est nécessaire.

### 3. EJEMPLO DE SELECCIÓN DEL REDUCTOR

#### Datos necesarios

#### Motor principal:

Eléctrico 22 kW a 1500 rpm

#### Máquina accionada:

cinta transportadora con alimentación no uniforme

Servicio: continuo 10 horas diarias

Arranques por hora: 1

Par de funcionamiento objetivo: 100000 Nm

Par máximo de arranque: 200000 Nm

Velocidad de rotación: 1.9 rpm

Vida mínima de la transmisión: 10000 h

Posición de funcionamiento: horizontal

Temperatura ambiente 30 °C

Ambiente de trabajo grande

#### Selección del reductor

Relación necesaria: 1500 / 1.9 = 789

Factor de aplicación  $K_A$ : 1.25

Par para seleccionar el reductor:

$$T_2 = 100000 \cdot K_A \cdot C_S = 100000 \cdot 1.25 \cdot 1 = 125000 \text{ Nm}$$

El reductor debe tener una  $T_2 > T_{2R}$  par de referencia para seleccionar el reductor.

Ir a la pág. 15 y en la columna  $T_N$  de la tabla seleccionar el valor mayor más cercano al resultado obtenido ( $T_{2R}=125000$ ), es decir 133000 Nm; en el mismo renglón en la columna "Tipo" se encuentra el reductor idóneo para el S1200; ir a la pág. 56 y en la tabla "Datos técnicos" seleccionar la relación " $i_{eff}$ " más cercana a  $i=789$ , que será  $i_{eff}=778.1$ ; en la columna de 1500 rpm para la relación seleccionada aparecerá un  $T_2=133173$  Nm y el reductor tendrá una configuración "SL12004".

Par máximo del reductor SL12004

$$T_{2max} = 250000 \text{ Nm} > 200000 \text{ Nm}$$

Capacidad térmica del reductor

SL12004

$$P_T = 31 \text{ kW}$$

Debido a la temperatura ambiente hay que aplicar el coeficiente K la capacidad térmica del reductor será:

$$P_{T1} = 31 \cdot 0.85 = 26.35 \text{ kW}$$

Como la velocidad de entrada es 1500 rpm, hay que aplicar un factor  $S = 1$

Potencia objetivo de la aplicación:  $100000 \cdot 1.9 / 9550 = 20 \text{ kW}$

Como  $26.35 \text{ kW} > 20 \text{ kW}$  no es necesario añadir sistema auxiliar de enfriamiento del reductor.

### 3. EXEMPLO DE SELEÇÃO DE REDUTOR

#### Dados para a seleção

#### Primeiro motor:

Elétrico 22 kW a 1500 rpm

#### Máquina accionada:

fitá transportadora não uniformemente alimentada

Serviço: contínuo de 10 horas por dia

Número de partidas por hora: 1

Torque de funcionamento requerido: 100000 Nm

Torque máximo na partida: 200000 Nm

Velocidade de rotação: 1.9 rpm

Vida útil requerida para a transmissão: 10000 h

Posição de funcionamento: horizontal

Temperatura ambiente 30 °C

Ambiente de trabalho grande

#### Seleção do reductor

Relação requerida: 1500 / 1.9 = 789

Fator de aplicação  $K_A$ : 1.25

Torque para a seleção do reductor:

$$T_2 = 100000 \cdot K_A \cdot C_S = 100000 \cdot 1.25 \cdot 1 = 125000 \text{ Nm}$$

O reductor a ser selecionado deve ter um  $T_2 > T_{2R}$  torque de referência para a seleção do reductor.

Portanto, ir à pág. 15 e, na tabela, selecionar na coluna  $T_N$  o valor imediatamente maior que o valor obtido ( $T_{2R}=125000$ ), isto é, 133000 Nm; na mesma linha da coluna "Tipo" se lerá que o reductor idóneo terá um tamanho de S1200; na pág. 56 correspondente, na tabela "Dados técnicos", selecionar a relação " $i_{eff}$ " mais próxima àquela solicitada de  $i=789$ , que será  $i_{eff}=778.1$ , assim, ir à coluna equivalente a 1500 rpm. Em correspondência à relação selecionada, será lido  $T_2=133173$  Nm e, assim, o reductor terá uma configuração de "SL12004".

O torque máximo do reductor SL12004

$$T_{2max} = 250000 \text{ Nm} > 200000 \text{ Nm}$$

A capacidade térmica do reductor SL12004

$$P_T = 31 \text{ kW}$$

Em função da temperatura ambiente, é necessário considerar o coeficiente K, em função do qual a capacidade térmica do reductor torna-se:

$$P_{T1} = 31 \cdot 0.85 = 26.35 \text{ kW}$$

Sendo a velocidade na entrada igual a 1500 rpm, o fator  $S = 1$

Potência requerida pela aplicação:

$$100000 \cdot 1.9 / 9550 = 20 \text{ kW}$$

Sendo  $26,35 \text{ kW} > 20 \text{ kW}$  não é necessário nenhum sistema de arrefecimento auxiliar para o reductor.



#### Applications qui:

- demandent des durées de fonctionnement différentes de 10000 h
- présentent des vitesses en entrée différentes de celles indiquées au catalogue
- sont caractérisées par des cycles de fonctionnement à charges et vitesses variables
- prévoient des charges axiales sur l'arbre en entrée/sortie du réducteur

**doivent être examinées séparément, à l'aide de programmes de calcul dédiés, disponibles auprès du réseau de vente Brevini Riduttori.**

#### Las aplicaciones que:

- contemplan una duración mayor o menor que 10000 horas
- tienen velocidades de entrada diferentes de las que indica el catálogo
- se caracterizan porque los ciclos de trabajo tienen cargas y velocidades variables
- contemplan la presencia de cargas axiales en el eje de entrada o de salida del reductor

**se deben analizar por separado, por medio de programas de cálculo especiales que pueden solicitarse a la oficina comercial de Brevini Riduttori.**

#### Aplicações que:

- requerem valores de duração diferentes das 10000 horas
- apresentem velocidades na entrada diferentes daquelas indicadas no catálogo
- são caracterizadas por ciclos de trabalho com cargas e velocidades variáveis
- prevêem a presença de cargas axiais no eixo de entrada/saída do redutor

**devem ser analisadas especificamente com o auxílio de programas de cálculo dedicado, disponíveis na organização de vendas da Brevini Riduttori.**

- I. DATI TECNICI E TAVOLE DIMENSIONALI
- II. TECHNISCHE DATEN UND MASSBILDER
- III. DATOS TÉCNICOS Y DISEÑOS DIMENSIONALES

- 4. TECHNICAL DATA AND DIMENSIONAL DRAWINGS
- 4. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET PLANCHES DES DIMENSIONS D'ENCOMBREMENT
- 4. DATOS TÉCNICOS E TABELAS DIMENSIONAIS

**Serie S / S Series / "Serie S"  
Série S / Serie S / Série S**

Tipo / Type / Typ  
Type / Tipo / Tipo

$T_N$   
[Nm]

S300

34000

S400

45000

S600

67000

S850

90000

S1200

130000

S1800

190000

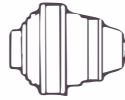
S2500

260000

S3500

370000

10

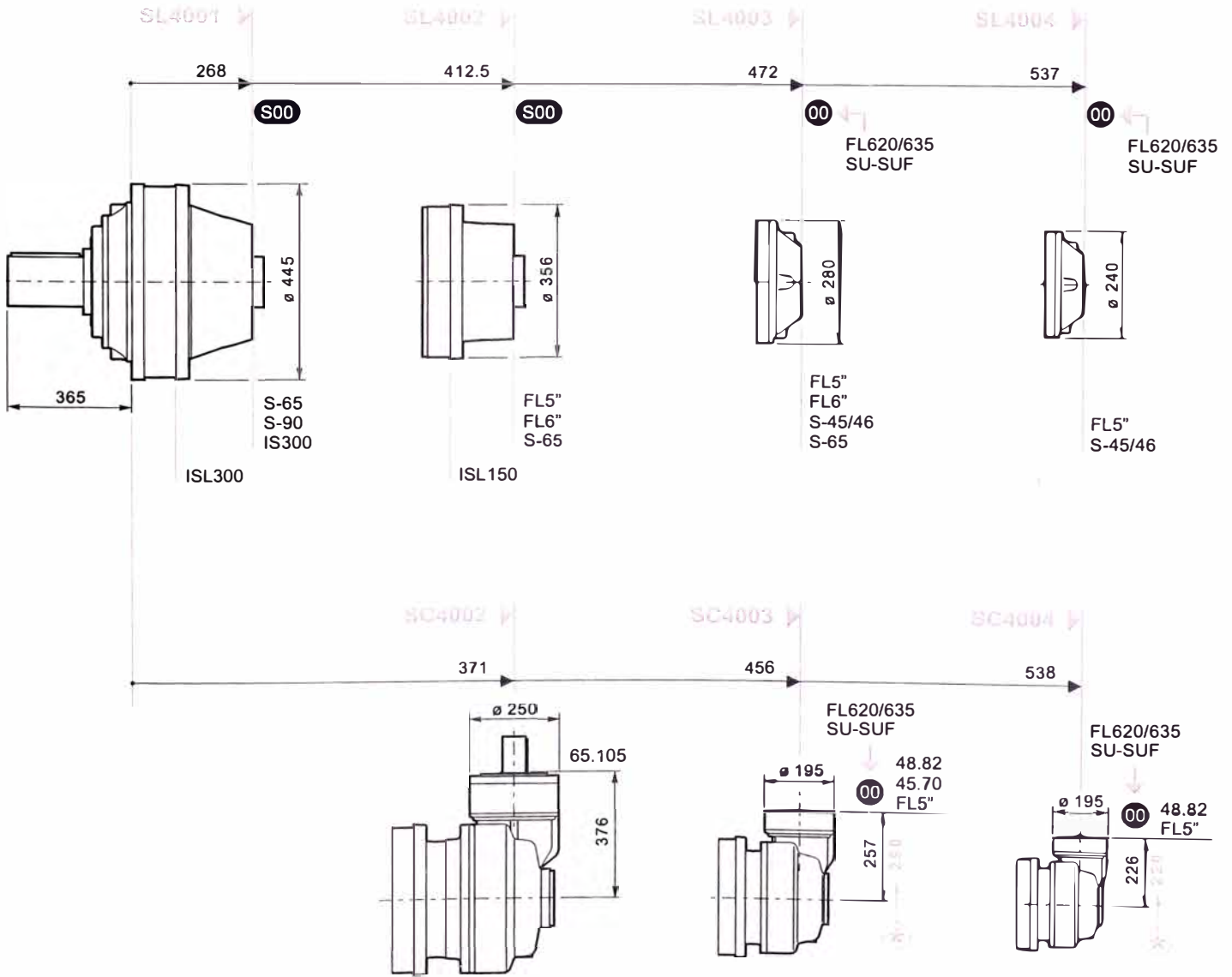
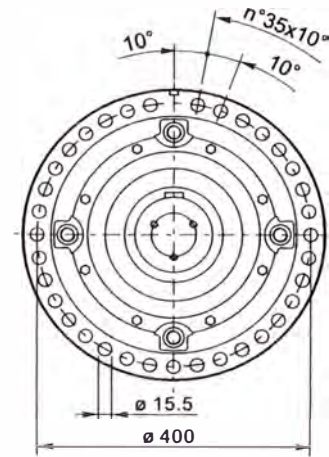
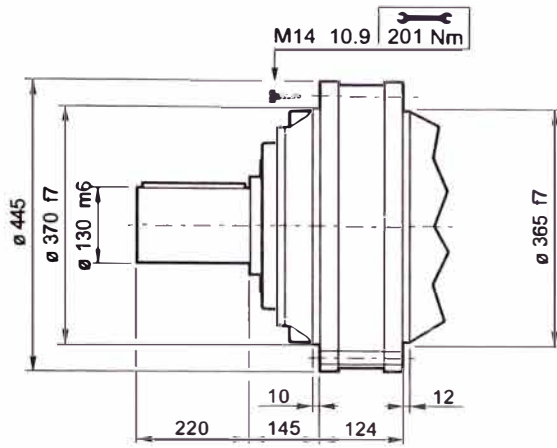


10000  
10000s Life

i <sub>eff</sub>	n <sub>1</sub> [rpm]									T <sub>2MAX</sub> [Nm]	P <sub>T</sub> [kW]
	1000			1000			500				
	n <sub>2</sub> [rpm]	T <sub>2</sub> [Nm]	P <sub>2</sub> [kW]	n <sub>2</sub> [rpm]	T <sub>2</sub> [Nm]	P <sub>2</sub> [kW]	n <sub>2</sub> [rpm]	T <sub>2</sub> [Nm]	P <sub>2</sub> [kW]		
<b>SL4001</b>											
4.18				239	21853	547	120	26904	337	84000	
4.89		*		204	22482	481	102	27679	296	84000	
6.00				167	23371	408	83	27275	238	72000	
<b>SL4002</b>											
16.51	91	22514	214	61	25426	161	30.3	31303	99	84000	
18.48	81	23250	198	54	26257	149	27.1	32327	92	84000	
19.32	78	26338	214	52	29745	161	25.9	36620	99	84000	
21.61	69	27199	198	46.3	30717	149	23.1	37779	92	84000	
24.74	61	27621	175	40.4	31194	132	20.2	38094	81	84000	38
29.34	51	28748	154	34.1	32466	116	17.0	38494	69	84000	
30.36	49.4	28164	146	32.9	28873	100	16.5	30127	52	72000	
36.00	41.7	28460	124	27.8	29176	85	13.9	30444	44.3	72000	
45.00	33.3	28852	101	22.2	29579	69	11.1	30864	35.9	72000	
<b>SL4003</b>											
57.79	26.0	32785	89	17.3	37025	67	8.7	45584	41.3	84000	
64.67	23.2	33856	82	15.5	38236	62	7.7	47074	38.1	84000	
67.60	22.2	37876	88	14.8	38830	60	7.4	40517	31.4	84000	
83.64	17.9	38374	72	12.0	39340	49.3	6.0	41049	25.7	84000	
93.59	16.0	38639	65	10.7	39613	44.3	5.3	41345	23.1	84000	
102.7	14.6	38860	59	9.7	39839	40.6	4.9	41930	21.4	84000	25
110.9	13.5	39799	56	9.0	44946	42.5	4.5	51108	24.1	84000	
126.9	11.8	40416	50	7.9	45644	37.7	3.9	52164	21.5	84000	
146.7	10.2	39720	42.5	6.8	40720	29.1	3.4	44254	15.8	84000	
159.1	9.4	31176	30.8	6.3	31962	21.0	3.1	34209	11.3	72000	
<b>SL4004</b>											
178.0	8.4	45945	40.5	5.6	49438	29.1	2.8	54903	16.2	84000	
202.3	7.4	47741	37.1	4.9	50403	26.1	2.5	55975	14.5	84000	
226.3	6.6	48269	33.5	4.4	51268	23.7	2.2	56935	13.2	84000	
259.1	5.8	49214	29.8	3.9	52327	21.1	1.9	56892	11.5	84000	
288.9	5.2	50033	27.2	3.5	53197	19.3	1.7	59078	10.7	84000	
330.4	4.5	51058	24.3	3.0	54287	17.2	1.5	60288	9.6	84000	
370.1	4.1	51943	22.0	2.7	55228	15.6	1.4	59162	8.4	84000	
419.0	3.6	52925	19.8	2.4	56273	14.1	1.2	62493	7.8	84000	
468.8	3.2	53833	18.0	2.1	57238	12.8	1.1	63565	7.1	84000	
524.1	2.9	54748	16.4	1.9	56932	11.4	1.0	62358	6.2	84000	
580.0	2.6	55594	15.1	1.7	59110	10.7	0.86	65644	5.9	84000	
656.1	2.3	56304	13.5	1.5	58092	9.3	0.76	64513	5.1	84000	17
718.2	2.1	57421	12.6	1.4	61053	8.9	0.70	67801	4.9	84000	
803.7	1.9	58406	11.4	1.2	62100	8.1	0.62	68964	4.5	84000	
920.1	1.6	57503	9.8	1.1	61140	7.0	0.54	67898	3.9	84000	
1042	1.4	38498	5.8	1.0	40933	4.1	0.48	45288	2.3	72000	
1076	1.4	50664	7.4	0.93	53869	5.2	0.46	59823	2.9	84000	
1276	1.2	51987	6.4	0.78	55117	4.5	0.39	61209	2.5	84000	
1413	1.1	40310	4.5	0.71	42700	3.2	0.35	47420	1.8	72000	
1631	0.92	41197	4.0	0.61	43640	2.8	0.31	48464	1.6	72000	
1958	0.77	42349	3.4	0.51	44860	2.4	0.26	49819	1.3	72000	

(\*)

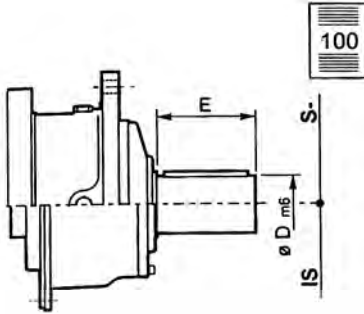
Consultare il Servizio Tecnico Brevini  
 Please consult Brevini  
 Wenden Sie sich an den Technischen Kundendienst Brevini  
 Consulter le service technique Brevini  
 Contacte con el Servicio Técnico de Brevini  
 Consultar o Serviço Técnico da Brevini



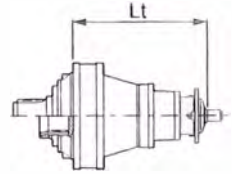
00 110 S00 110 48 65.105 49 43 IEC motor 49

FL620/635 S-65  
 FL5" S-90  
 FL6" ISL150  
 SU-SUF ISL300  
 S-45/46 IS300

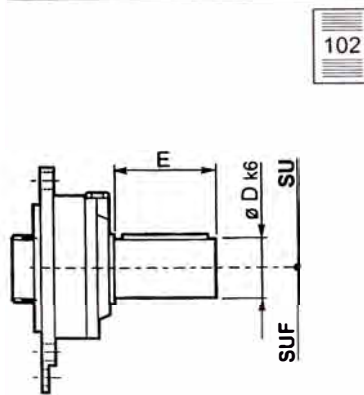
## S-45/46, S-65, S-90, ISL150, ISL300, IS300



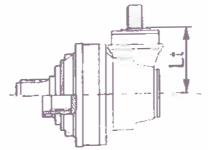
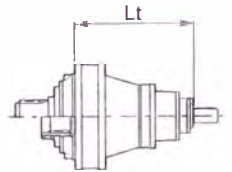
	S-45CR1	S-46C1	S-65CR1	S-90CR1	ISL150	ISL300	IS300
D m6	65	65	80	90	90	90	100
E	105	105	130	170	130	130	210
<b>SL</b>							
SL4001			460.5	466.5		338	446
SL4002			604.5		482.5		
SL4003	600	641	638.5				
SL4004	600	641					



## SU-SUF

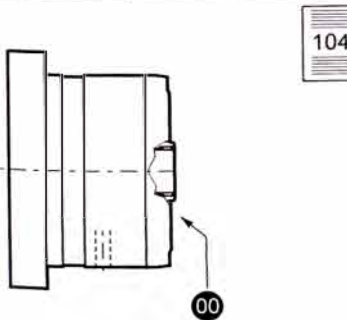


	SU/SUF.1	SU/SUF.2	SU/SUF.3
D m6	28	40	48
E	50	58	82
<b>SL</b>			
SL4003	533	533	533
SL4004	597	597	597
<b>SC</b>			
SC4003	317-	317-	317-
SC4004	286-	286-	286-

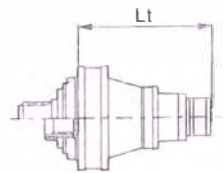


43

## FL5", FL6"

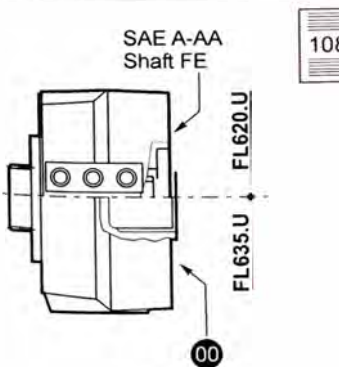


	FL250.4C FL250.6C	FL350.6C FL350.8C	FL450.6C FL450.8C	FL650.10C FL650.12C FL650.14C	FL750.10C FL750.12C FL750.14C	FL960.12C FL960.14C FL960.16C FL960.18C
<b>SL</b>						
SL4002	491.5	491.5	491.5	505	505	519
SL4003	577.5	577.5	577.5	591	591	605
SL4004	630.5	630.5	630.5	644	644	
<b>SC</b>						
SC4003	408.5-	408.5-	408.5-	422-	422-	
SC4004	377.5-	377.5-	377.5-	391-	391-	

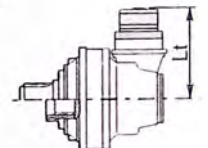


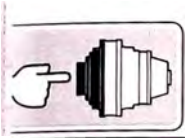
43

## FL620/635



	FL620.U	FL635.U
<b>SL</b>		
SL4003	577.5	564.5
SL4004	641.5	628.5
<b>SC</b>		
SC4003	361.5-	384.5-
SC4004	330.5-	317.5-

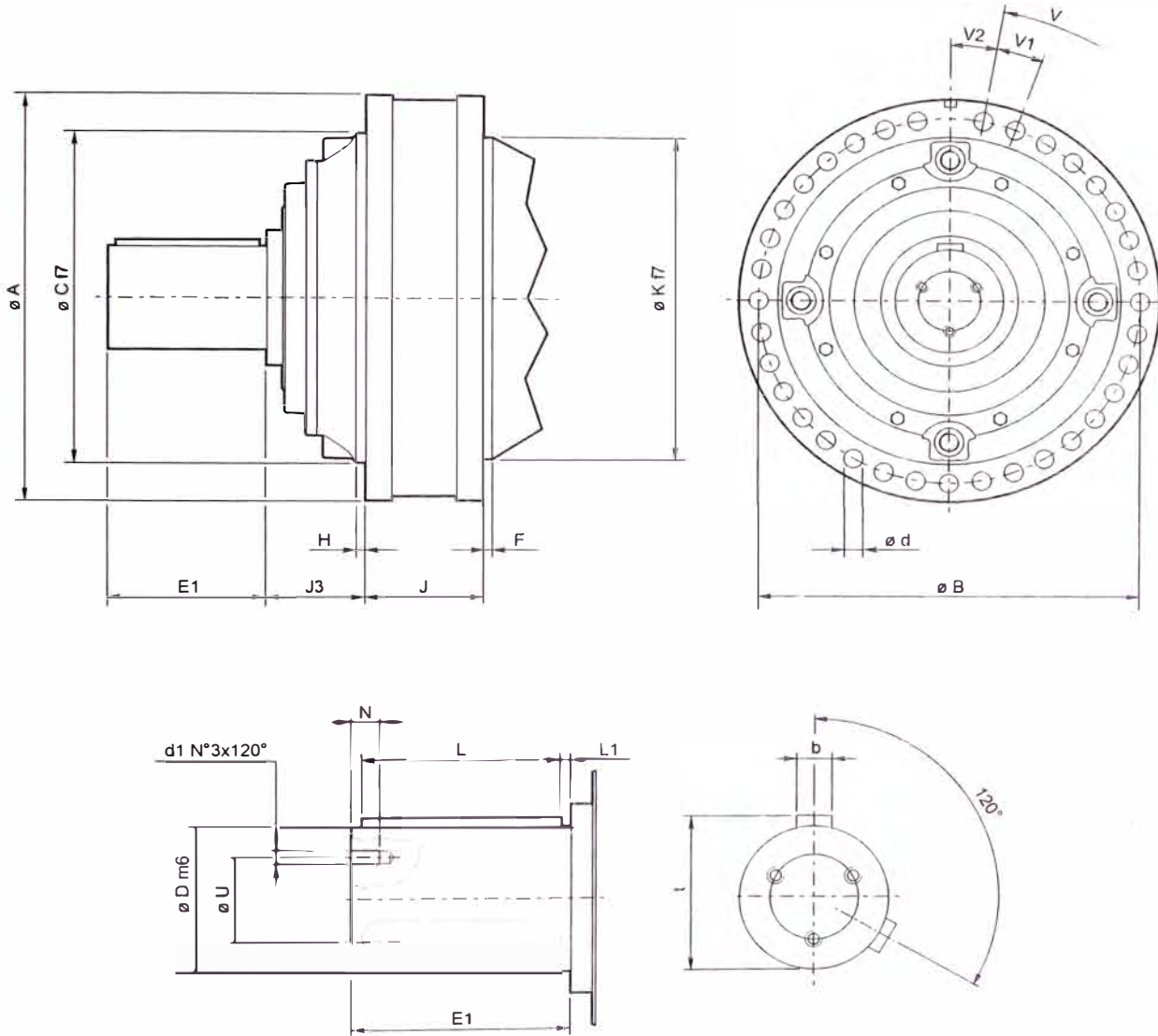




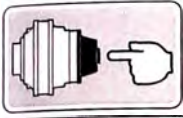
**VP1**

Uscita maschio cilindrico  
Cylindrical male output  
Zylindrischer Abtriebswellenstumpf

Sortie mâle cylindrique  
Salida macho cilindríco  
Saída macho cilíndrico



	A	B	b	C	D	d	d1	E1	F	H	J	J3	K	L	L1	N	t	U	V	V1	V2
<b>S300</b>	445	400	32	370	120	15.5	M14	210	12	10	132	117	365	200	5	27	127	75	n°35x10°	10°	10°
<b>S400</b>	445	400	32	370	130	15.5	M14	220	12	10	124	145	365	200	10	27	137	85	n°35x10°	10°	10°
<b>S600</b>	510	460	40	410	160	22	M14	240	12	12	145	152	415	220	10	27	169	120	n°28x12.857°	12.857°	6.428°
<b>S850</b>	565	510	40	460	170	26	M14	240	10	11	156	163	450	220	10	27	179	125	n°28x12.857°	12.857°	6.428°



## FREINS A LAMELLES IMMERGEES

Les réducteurs de ce catalogue peuvent être dotés en entrée d'un frein à lamelles immergées à commande hydraulique.

### Freins négatifs

Ces freins agissent sous la poussée d'une série de ressorts sur des paires de disques alternés fixes et mobiles; le déblocage s'effectue par l'action de la pression hydraulique dans le piston. Ils ont donc un fonctionnement "négatif"; ils doivent être utilisés comme frein de stationnement et non pas pour le freinage dynamique. Ces performances, avec un marge de +/- 10%, sont toujours calculées en tenant compte d'une contre-pression 0; dans le cas contraire, le couple de freinage est proportionnellement réduit dans le rapport contre-pression/pression mini d'ouverture. Pour la sélection, il faut tenir compte de deux conditions :

1) Couple de freinage  $\times i_{eff} >$  Couple requis en sortie;

2) Couple de freinage  $\times i_{eff} < 1.1 T_{2max}$ .

Noter que les vitesses de rotation élevées, ainsi que le fonctionnement prolongé avec l'axe vertical, peuvent entraîner des élévations de température : dans ces cas, appeler le Service technico-commercial BREVINI pour des conseils utiles à ce propos. Pour la lubrification, nous conseillons des huiles minérales résistantes à la chaleur et au vieillissement, ayant une viscosité ISO VG 32. indice de viscosité égal ou supérieur à 95. Les huiles hydrauliques conviennent généralement; dans le chapitre consacré à la lubrification sont indiqués les lubrifiants préconisés.

## FRENOS LAMINARES EN BAÑO DE ACEITE

En la entrada de los reductores de este catálogo se pueden montar discos múltiples en baño de aceite con apertura hidráulica.

### Frenos negativos

Estos frenos son accionados por una serie de muelles que comprimen pares de discos fijos y móviles alternados; el desbloqueo se produce por efecto de la presión hidráulica sobre el pistón. Por ello se habla de funcionamiento "negativo"; se emplean como frenos de estacionamiento, no para el frenado dinámico.

El intervalo de tolerancia es de +/- 10% y se calcula siempre con contrapresión 0; de lo contrario el par de frenado de la relación contrapresión/presión mín de apertura se reduce. Antes de la selección hay que tomar en cuenta dos factores:

1) Par freno  $\times i_{eff} >$  Par de salida necesario;

2) Par freno  $\times i_{eff} < 1.1 T_{2max}$ .

Si el reductor trabaja demasiado tiempo en posición vertical o con velocidades grandes puede registrarse un aumento significativo de la temperatura: se aconseja contactar con el Servicio Técnico de Brevini.

Lubricar con aceites minerales resistentes al calor y al envejecimiento con viscosidad ISO VG 32 y un índice de viscosidad igual o mayor que 95.

En general los aceites hidráulicos tienen un comportamiento adecuado; los tipos recomendados se enumeran en el capítulo de lubricación.

## FREIOS LAMELARES A BANHO DE ÓLEO

Os redutores deste catálogo podem ser dotados, na entrada, de freio a discos múltiplos a banho de óleo com abertura hidráulica.

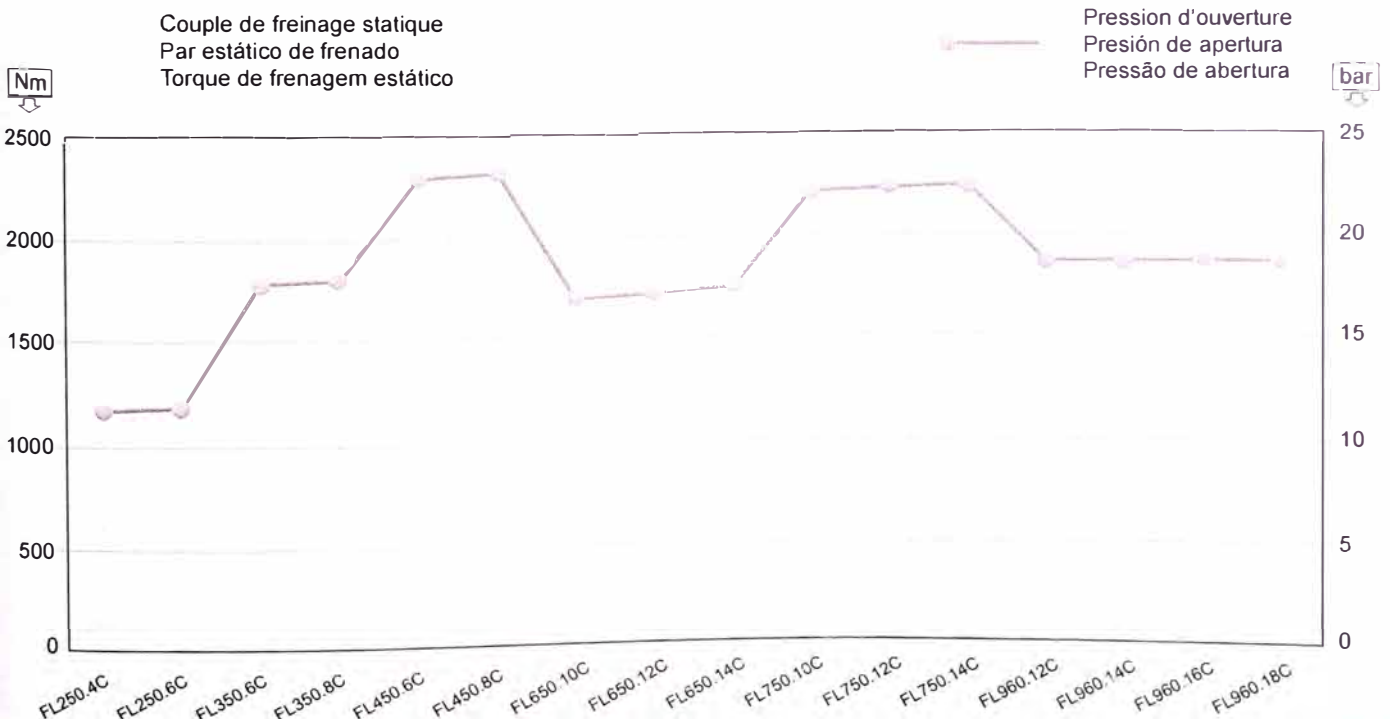
### Freios negativos

Esses freios agem sob a pressão de uma série de molas em pares de discos alternados, fixos e móveis; o desbloqueio ocorre por efeito da pressão hidráulica no pistão. Têm, portanto, um funcionamento "negativo"; devem ser empregados como freios de estacionamento, não para frenagem dinâmica. Tais desempenhos, com margem de precisão de +/- 10% são sempre calculados com contrapressão 0, caso contrário o torque de frenagem é percentualmente reduzido na relação contrapressão/pressão mín. de abertura. Para a seleção, é necessário levar em consideração duas condições:

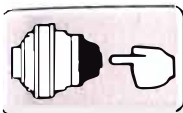
1) Torque do freio  $\times i_{eff} >$  Torque necessário na saída;

2) Torque do freio  $\times i_{eff} < 1.1 T_{2max}$ .

Recordamos que as altas velocidades de rotação ou períodos de funcionamento prolongados com eixo vertical podem gerar grandes aumentos de temperatura: nesses casos, entre em contato com o Serviço Técnico Comercial da BREVINI para obter conselhos adequados a respeito. Para a lubrificação, são aconselháveis óleos minerais resistentes ao calor e ao envelhecimento, com viscosidade ISO VG 32. índice de viscosidade igual ou superior a 95. Os óleos hidráulicos em geral são adequados; no capítulo relativo à lubrificação são indicados aqueles aconselhados.

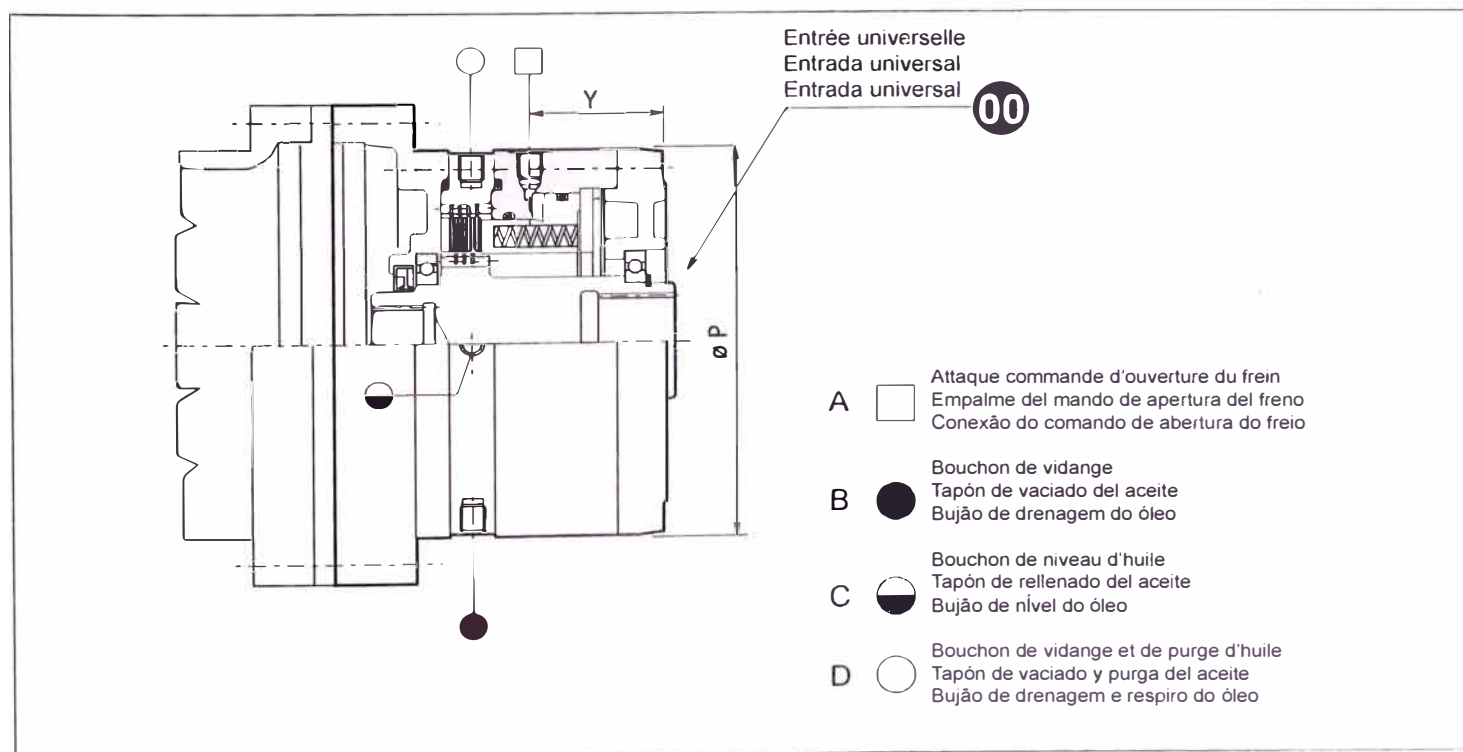




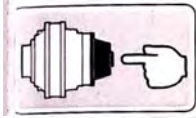


	T [Nm]	P [bar]	P <sub>max</sub> [bar]	Vo [l]		Va [cm <sup>3</sup> ] lamelles neuves laminillas nuevas discos novos	
				horizontal horizontal horizontal	vertical vertical vertical		
<b>FL250</b>	FL 250.4C	181	13.28	315	0.3	0.6	15
	FL 250.6C	278	13.28	315	0.3	0.6	15
<b>FL350</b>	FL 350.6C	417	19.92	315	0.3	0.6	15
	FL 350.8C	571	19.92	315	0.3	0.6	15
<b>FL450</b>	FL 450.6C	540	25.59	315	0.3	0.6	15
	FL 450.8C	737	25.59	315	0.3	0.6	15
<b>FL650</b>	FL 650.10C	642	19.92	315	0.5	1.0	15
	FL 650.12C	792	19.92	315	0.5	1.0	15
	FL 650.14C	949	19.92	315	0.5	1.0	15
<b>FL750</b>	FL 750.10C	834	25.59	315	0.5	1.0	15
	FL 750.12C	1027	25.59	315	0.0	1.0	15
	FL 750.14C	1229	25.59	315	0.5	1.0	15
<b>FL960</b>	FL 960.12C	1528	21.98	315	1.2	2.4	22
	FL 960.14C	1783	21.98	315	1.2	2.4	22
	FL 960.16C	2038	21.98	315	1.2	2.4	22
	FL 960.18C	2293	21.98	315	1.2	2.4	22

- T:** Couple statique moyen / Par estático medio / Tração estática média  
**P:** Pression d'ouverture du frein / Presión de apertura del freno / Pressão de abertura do freio  
**P<sub>max</sub>:** Pression max. / Presión máx. / Pressão máx.  
**Vo:** Volume d'huile / Volumen de aceite / Volume de óleo  
**Va:** Volume d'huile pour commande d'ouverture du frein / Volumen de aceite para el mando de apertura del freno / Volume de óleo para o comando da abertura do freio



	P	Y	FIXATIONS / EMPALMES / ENGATES				Kg
			A	B	C	D	
<b>FL 250</b>	195	67	M12X1.5	R 1/4"	R 1/4"	R 1/4"	24
<b>FL 350</b>	195	67	M12X1.5	R 1/4"	R 1/4"	R 1/4"	24
<b>FL 450</b>	195	67	M12X1.5	R 1/4"	R 1/4"	R 1/4"	26
<b>FL 650</b>	195	67	M12X1.5	R 1/4"	R 1/4"	R 1/4"	36
<b>FL 750</b>	195	67	M12X1.5	R 1/4"	R 1/4"	R 1/4"	37
<b>FL 960</b>	225	72.5	M12X1.5	R 1/4"	R 1/4"	R 1/4"	42



**FREINS A LAMELLES  
UNIVERSELS**

**FRENOS LAMINARES  
UNIVERSALES**

**FREIOS LAMELARES  
UNIVERSAIS**

	T [Nm]	P [bar]	Pmax [bar]	Vo [l]		Va [cm <sup>3</sup> ]
				horizontal horizontal	vertical vertical	new discs lamelles neuves laminillas nuevas
<b>FL620.U</b>	271	24.9	210	0.1	0.2	10
<b>FL635.U</b>	377	13.6	315	0.1	0.2	10

- T:** Couple statique moyen / Par estático medio / Tração estática média  
**P:** Pression d'ouverture du frein / Presión de apertura del freno / Pressão de abertura do freio  
**Pmax:** Pression max. / Presión máx. / Pressão máx.  
**Vo:** Volume d'huile / Volumen de aceite / Volume de óleo  
**Va:** Volume d'huile pour commande d'ouverture du frein / Volumen de aceite para el mando de apertura del freno / Volume de óleo para o comando da abertura do freio

**FL620.U**  
 Ataque directe  
 SAE A-AA alb. FE ø 25 ø 25.4  
 Emplame directo  
 SAE A-AA alb. FE ø 25 ø 25.4  
 Conexão direta  
 SAE A-AA alb. FE ø 25 ø 25.4

**FL635.U**  
 Entrée universelle Entra-  
 da universal  
 Entrada universal

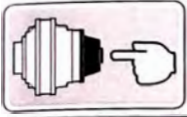
**A** □ Ataque commande d'ouverture du frein  
 Empalme del mando de apertura del freno  
 Conexão do comando de abertura do freio

**B** ● Bouchon de vidange  
 Tapón de vaciado del aceite  
 Bujão de drenagem do óleo

**C** ◐ Bouchon de niveau d'huile  
 Tapón de rellenado del aceite  
 Bujão de nível do óleo

**D** ○ Bouchon de vidange et de purge d'huile  
 Tapón de vaciado y purga del aceite  
 Bujão de drenagem e respiro do óleo

	P	X	Y	FIXATIONS / EMPALMES / ENGATES				Kg	Code / Código / Código
				A	B	C	D		
<b>FL 620.U</b>	161	104.5	46	M10x1	R 1/8"	R 1/8"	R 1/8"	8	C1103704120 (alb. FE ø 25) C1103704120 (alb. FE ø 25.4)
<b>FL 635.U</b>	165	91	59	M12x1.5	R 1/4"	R 1/4"	R 1/4"	9	C1109200160



**PREDISPOSITIONS D'ENTREE**

**ENTRADAS UNIVERSALES**

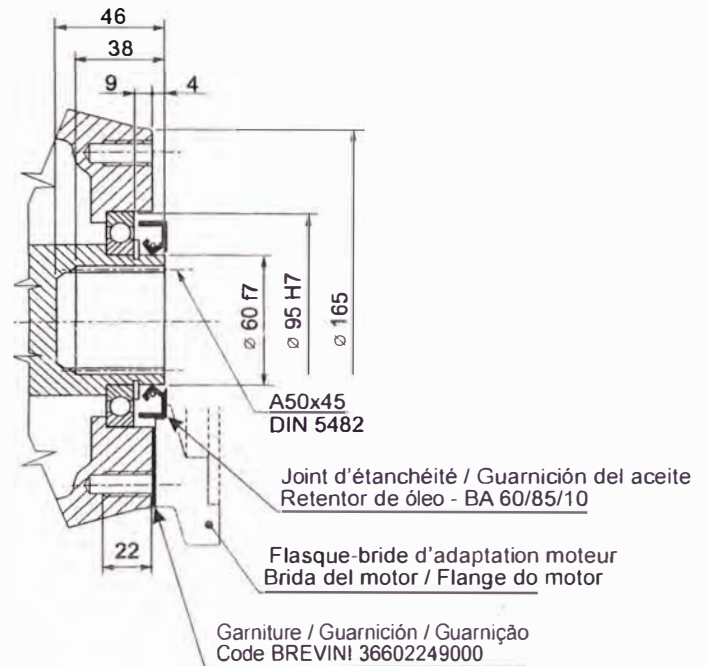
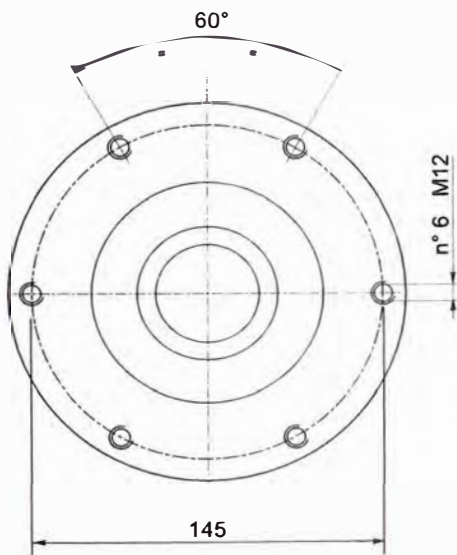
**ENTRADAS UNIVERSAIS**

La predisposition d'entrée universelle est une configuration qui, montée en entrée aux réducteurs, permet d'accoupler les différents types de moteurs par un flasque-bride et un manchon ou moyeu d'adaptation appropriés. Il existe deux différentes dimensions de predispositions d'entrée universelles en fonction des grandeurs montées comme étage en entrée, sur les réducteurs. L'adaptabilité peut être tirée des planches des dimensions d'encombrement.

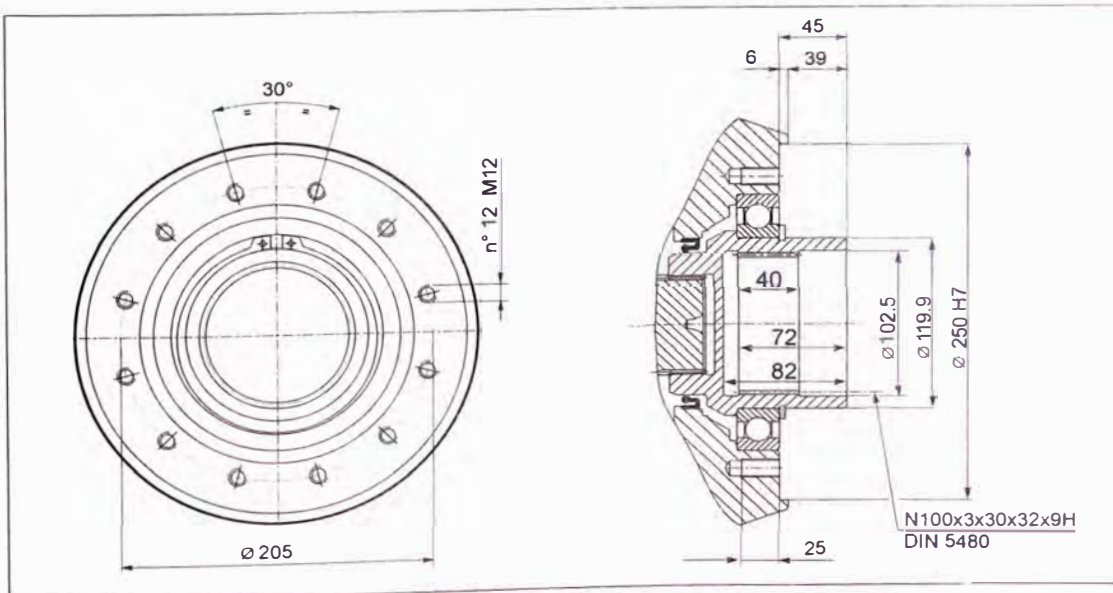
La entrada universal es una configuración que permite acoplar todo tipo de motores por medio de una brida y un manguito adaptador especiales. Dependiendo del tamaño elegido para la entrada del reductor puede haber dos medidas de entrada universal. Las posibilidades de aplicación se deducen de los diseños dimensionales.

A entrada universal é uma configuração que, montada na entrada dos redutores, permite acoplar os mais diversos tipos de motores através de um flange e uma luva de adaptação adequados. Existem duas dimensões de entrada universal diferentes em função dos tamanhos montados como estágio na entrada dos redutores. A aplicabilidade pode ser deduzida através das tabelas dimensionais.

00



S00



S



**Eaton®**  
Medium Duty Piston Motors

No. 11-107  
July 1995



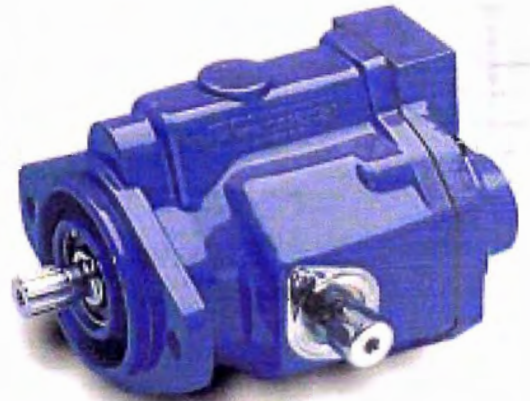
741XX



746XX



743XX



713XX

**Fixed and Variable Piston Motors**  
12,3 cm<sup>3</sup>/r [.75 in<sup>3</sup>/r] to 82,6 cm<sup>3</sup>/r [5.04 in<sup>3</sup>/r]  
Displacements

**We Manufacture**

**Solutions**

**Hydraulics**

C  
h  
y  
d  
r  
a  
u  
l  
i  
c  
s

# Features

- Compact
- Lightweight Durable Housing
- Numerous Shaft options
- SAE Mounting Flanges
- SAE O-ring Porting
- Dual Rotation
- Various Porting Options
- Fixed Displacements
- Variable Displacements

# Introduction

Eaton medium duty piston motors convert hydraulic energy supplied by the pump to mechanical energy. These motors are uniquely suited to fit any application that requires continuous rotary motion at a remote location from the power source. Axial piston motors share the design advantages of piston pumps to provide long-lasting power in a light-weight, easily serviceable package.

The chart below provides an overview of features. For a complete list of options, refer to the Model Code section of a given motor displacement.

Motor Type	Mount	Motor Model	Displacement	Shaft			Porting
				Keyed	Spline	Through	
Fixed Displacement 741XX Models	"A"	74111	12,3 cm <sup>3</sup> /r [.75 in <sup>3</sup> /r]	•	•		Side or Rear
	2 Bolt	74118	20,3 cm <sup>3</sup> /r [1.24 in <sup>3</sup> /r]	•	•		
	SAE	74148	20,3 cm <sup>3</sup> /r [1.24 in <sup>3</sup> /r]	•	•	•	Same Side
		74149	12,3 cm <sup>3</sup> /r [.75 in <sup>3</sup> /r]	•	•	•	
Fixed Displacement 743XX Models	"B"	74315	32,9 cm <sup>3</sup> /r [2.01 in <sup>3</sup> /r]	•	•		Side or Rear
	2 Bolt	74318	40,6 cm <sup>3</sup> /r [2.48 in <sup>3</sup> /r]	•	•		
	SAE	74348	40,6 cm <sup>3</sup> /r [2.48 in <sup>3</sup> /r]	•	•	•	Same Side
Fixed Displacement 746XX Models	"B-B"	74624	82,6 cm <sup>3</sup> /r [5.04 in <sup>3</sup> /r]	•	•		Rear or
	2 Bolt	74644	82,6 cm <sup>3</sup> /r [5.04 in <sup>3</sup> /r]	•	•	•	Same Side
Variable Displacement 713XX Models	"B"	71302	40,6 to 21,0 cm <sup>3</sup> /r[2.48 to 1.28 in <sup>3</sup> /r]	•	•		Rear or
	2 Bolt	71442	40,6 to 21,0 cm <sup>3</sup> /r[2.48 to 1.28 in <sup>3</sup> /r]	•	•	•	
	SAE	71492*	40,6 to 21,0 cm <sup>3</sup> /r[2.48 to 1.28 in <sup>3</sup> /r]	•	•		Opposite Side

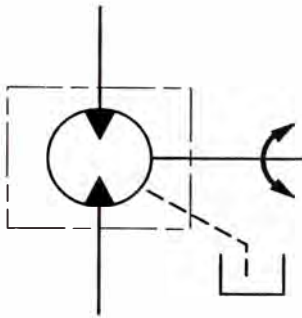
\*Hydraulic De-stroke Control

# Fixed Displacement Motor - 743XX Models

2 Bolt SAE "B" Mount

32,9 cm<sup>3</sup>/r [2.01 in<sup>3</sup>/r] Displacement

40,6 cm<sup>3</sup>/r [2.48 in<sup>3</sup>/r] Displacement



Specification	Model 74315	Model 74318/ 74348
Maximum Displacement	32,9 cm <sup>3</sup> /r [2.01 in <sup>3</sup> /r]	40,6 cm <sup>3</sup> /r [2.48 in <sup>3</sup> /r]
Maximum Rated Speed	3600 RPM	3600 RPM
Continuous Rated Pressure <sup>†</sup>	210 bar [3000 lbf/in <sup>2</sup> ]	210 bar [3000 lbf/in <sup>2</sup> ]
Maximum Rated Pressure <sup>††</sup>	345 bar [5000 lbf/in <sup>2</sup> ]	345 bar [5000 lbf/in <sup>2</sup> ]
Maximum Intermittent Pressure <sup>†††</sup>	370 bar [5400 lbf/in <sup>2</sup> ]	370 bar [5400 lbf/in <sup>2</sup> ]
Input Flow at Rated Speed and Pressure	121 l/min [32 GPM]	153,7 l/min [40.6 GPM]
Output Power at Rated Speed and Pressure	35 kW [47 hp]	43 kW [58 hp]
Output Torque at Rated Speed and Pressure	92 N•m [816 lbf•in]	115 N•m [1019 lbf•in]
Continuous Allowable Case Pressure	1,7 bar [25 lbf/in <sup>2</sup> ]	1,7 bar [25 lbf/in <sup>2</sup> ]
Continuous Inlet Temperature	107° C [225° F]	107° C [225° F]
Weight/Single Motor (approximate)	9,1 kg [20 lbs]	9,1 kg [20 lbs]

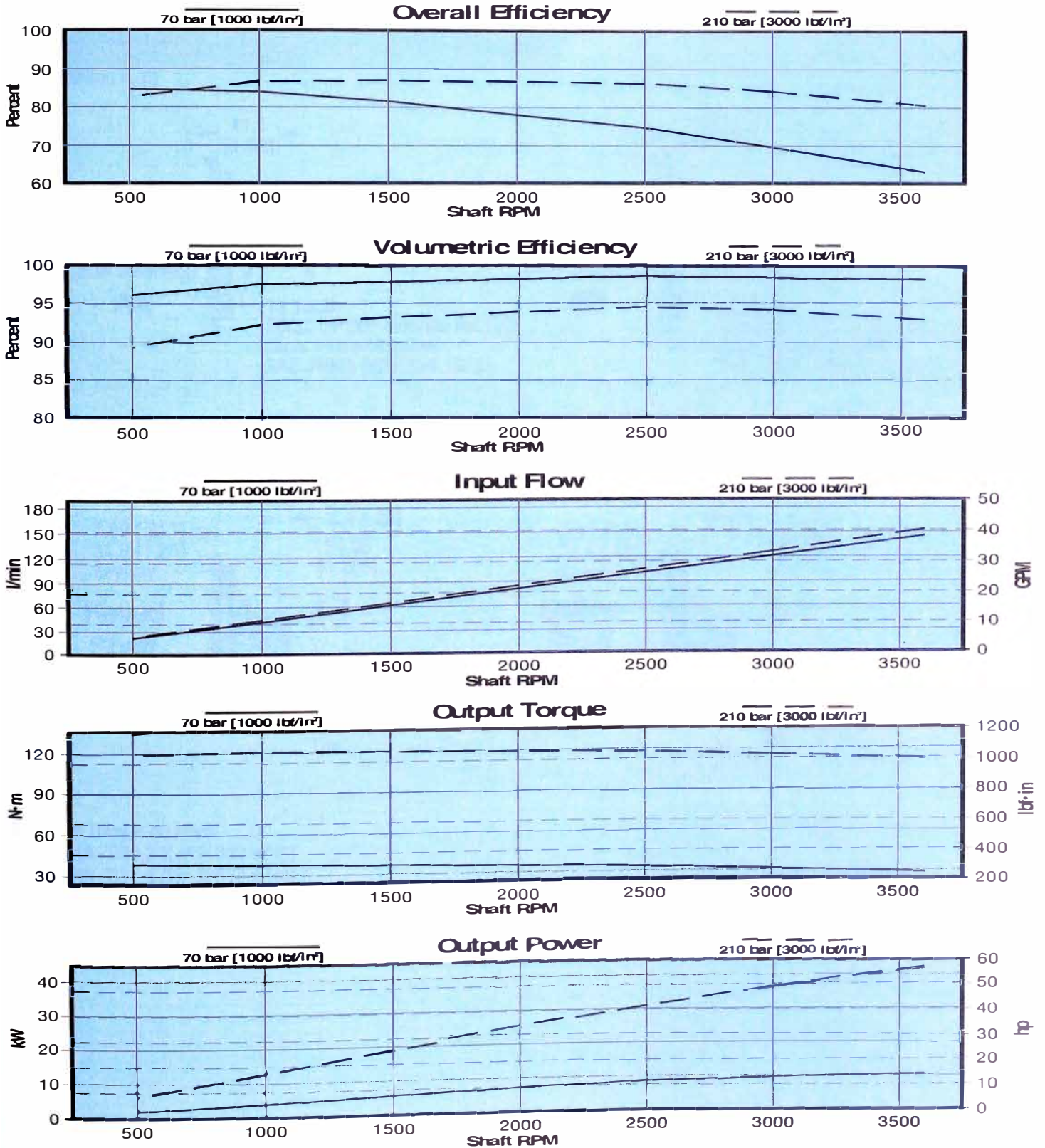
<sup>†</sup> Continuous Rated Pressure — Motor may run uninterrupted at this pressure.

<sup>††</sup> Maximum Rated Pressure — Highest allowable system pressure. (High pressure relief valve setting)

<sup>†††</sup> Maximum Intermittent Pressure — A pressure spike only for a short period of time, not continuous.

# Model 74318 Performance Data

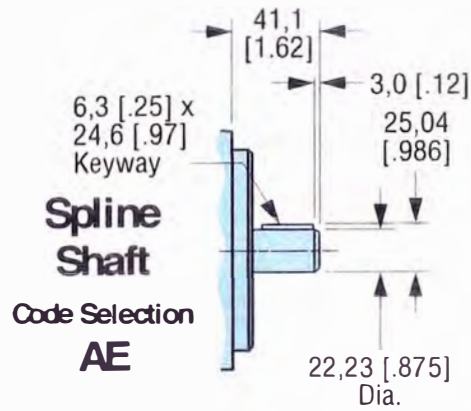
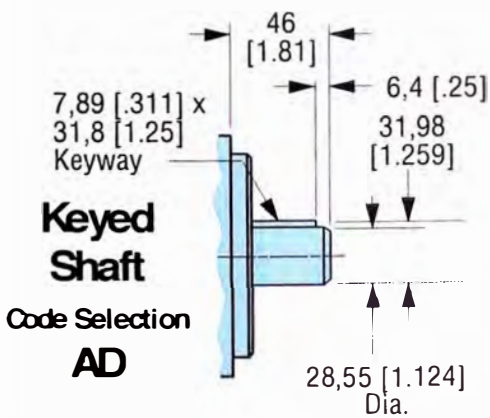
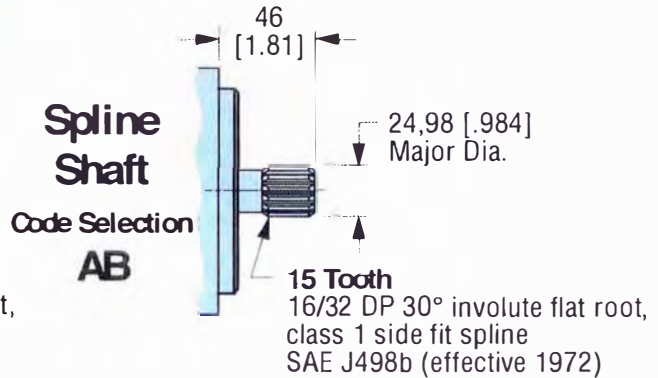
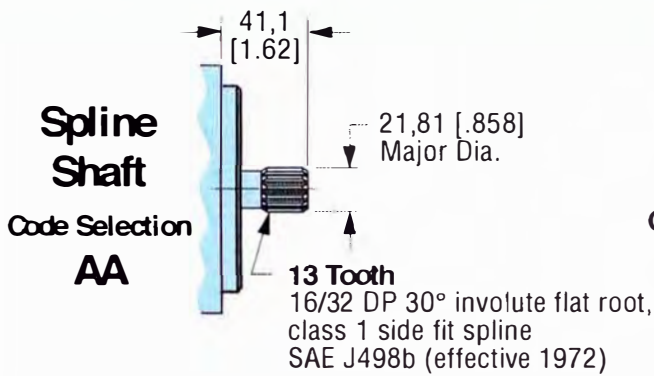
The charts below are representative of a 40,6 cm<sup>3</sup>/r [2.48 in<sup>3</sup>/r] displacement piston motor. The tests were run at an oil temperature of 50°C [120°F] with viscosity 19 - 24 cSt [117-143 SUS].



# Model 74315, 74318 and 74348 Installation Drawings

## Output Shafts - Used for all 743XX Models

Code position 4, 5)



### Maximum Torque on Shaft

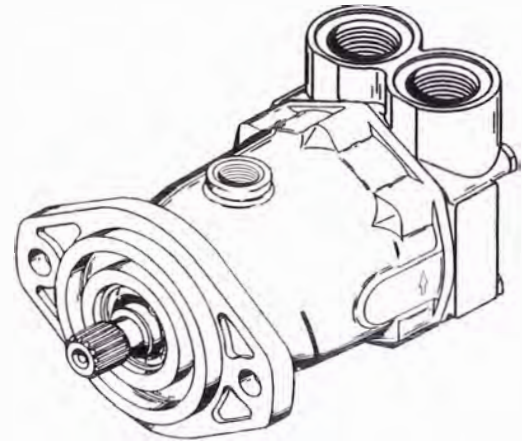
- Shaft **AA** - 209,3 N·m [1852 lbf·in]
- Shaft **AB** - 337,5 N·m [2987 lbf·in]
- Shaft **AD** - 337,5 N·m [2987 lbf·in]
- Shaft **AE** - 209,3 N·m [1852 lbf·in]



# Model 74315 and 74318 Installation Drawings

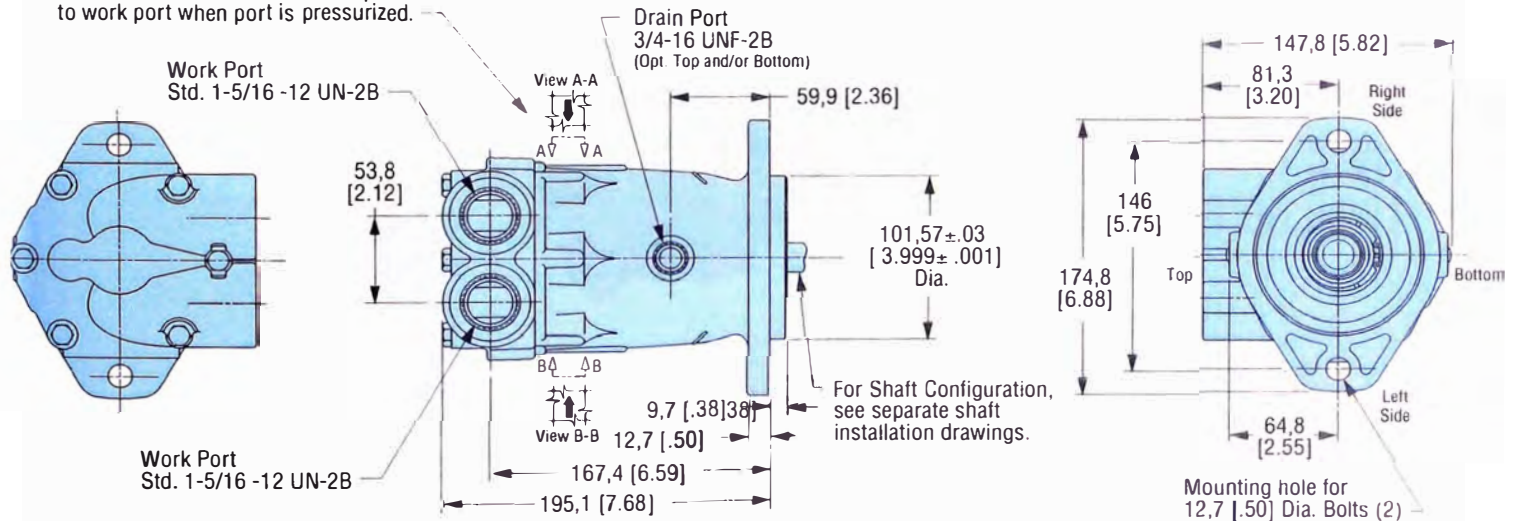
## Same Side Porting

(Code position 6, selection D)



74315  
and 74318

Directional arrow, stamped on side of case next to work port, shows motor rotation relationship to work port when port is pressurized.



**Note:** All ports are SAE (J1926) o-ring ports.

S

**Eaton®**  
Medium Duty Piston Pump

No. 11-06-0611  
EN 1100



## Variable Displacement Piston Pump

### Manual Controlled



#### Model 70160

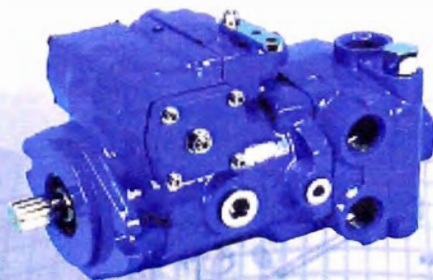
20,3 cm<sup>3</sup>/r [1.24 in<sup>3</sup>/r]  
23,6 cm<sup>3</sup>/r [1.44 in<sup>3</sup>/r]



#### Model 70360

40,6 cm<sup>3</sup>/r [2.48 in<sup>3</sup>/r]  
49,2 cm<sup>3</sup>/r [3.00 in<sup>3</sup>/r]

### Servo Controlled



#### Model 72400

40,6 cm<sup>3</sup>/r [2.48 in<sup>3</sup>/r]  
49,2 cm<sup>3</sup>/r [3.00 in<sup>3</sup>/r]

We Manufacture

# Solutions

Hydraulics

C

h

y

p

r

a

u

n

i

c

s

r

a

d

y

H

S

S

## Section 2

### Model 70360

### Manual Controlled

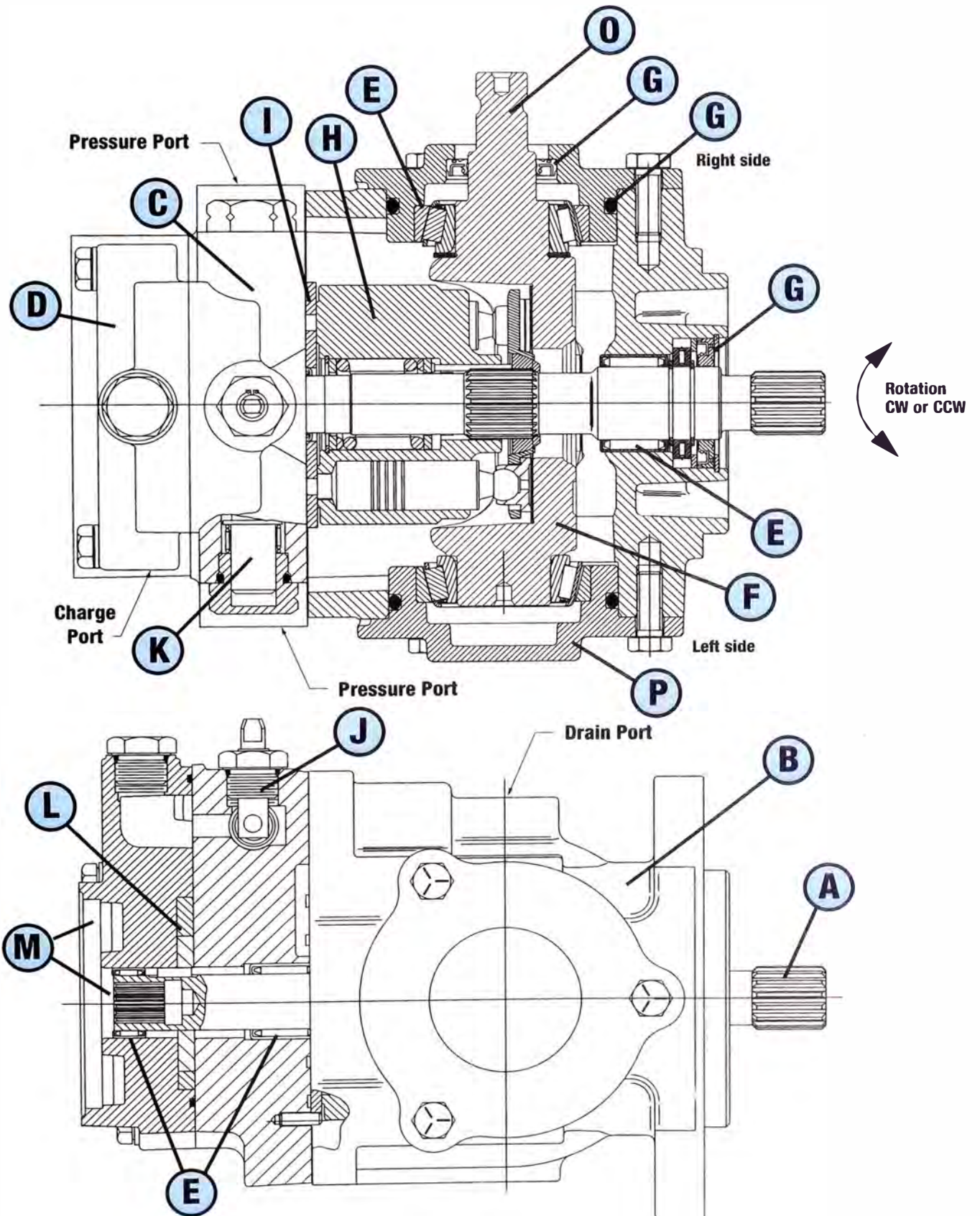
40,6 cm<sup>3</sup>/r [2.48 in<sup>3</sup>/r]

49,2 cm<sup>3</sup>/r [3.00 in<sup>3</sup>/r]

Displacement



# Features



# Features

## Model 70360

### A. Input Shaft and Mounting

- Auxiliary or tandem mount capability.
- Numerous shaft options.
- SAE "B" or "B-B" Mount (2 Bolt).

### B. Housing

- Compact and lightweight package size.
- Durable, sturdy design.

### C. Endcover

- Opposite side porting and same side porting w/ auxiliary mount

### D. Charge Pump Housing

### E. Bearings

### F. Swashplate

### G. Seals

### H. Rotating Group

- 40,6 cm<sup>3</sup>/r [2.48 in<sup>3</sup>/r] Displacement
- 49,2 cm<sup>3</sup>/r [3.00 in<sup>3</sup>/r] Displacement

### I. Valve Plate

### J. Bypass Valve

- Cross ports the closed loop hydraulic circuit - used to move a disabled machine a limited distance.

### K. Internal High Pressure Relief Valves

- Prevents excessive pressure

### L. Gerotor Charge Pump

- Two sizes available
  - 6,9 cm<sup>3</sup>/r [.42 in<sup>3</sup>/r]
  - 13,8 cm<sup>3</sup>/r [.84 in<sup>3</sup>/r]

### M. Auxiliary Pump Mounting Flange (Rear)

- SAE 'A' or 'B'

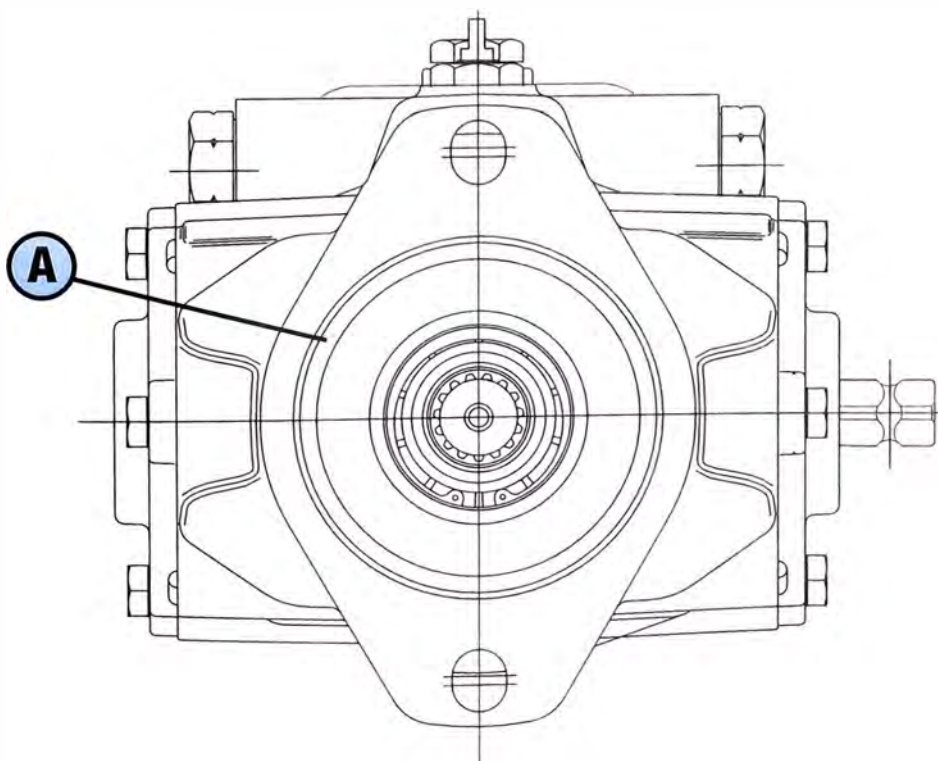
### N. Auxiliary Port

- For Pressure check port or remote charge pressure port.

### O. Control Shaft (Square Std.)

- Position on left or right side of pump.

### P. Cover Plate

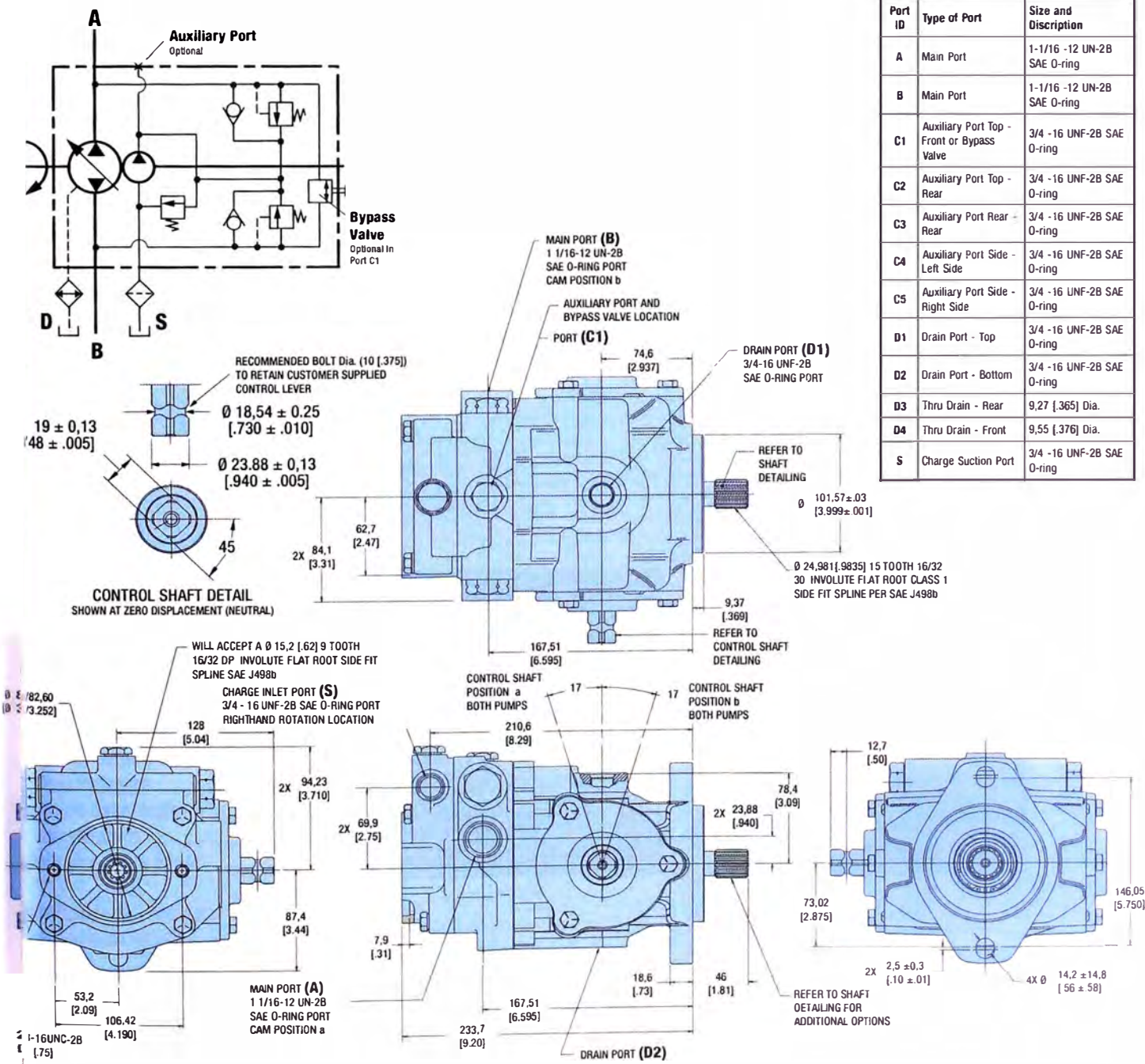


# Model 70360

## Typical Installation Drawings

Opposite Side Porting, with internal charge pump.  
Used as a single pump or on rear of multiple units.

Note: The Charge Pump for a single pump is normally a 6,9 cm<sup>3</sup>/r [.42 in<sup>3</sup>/r] displacement and for a tandem unit is a 13,8 cm<sup>3</sup>/r [.84 in<sup>3</sup>/r] displacement.



Right-hand (CW) Rotation Shown  
Left (CCW) or right (CW) directions given are viewed from the input shaft end of the pump.

Dimensions are in millimeters [inches], unless otherwise specified.

# Model 70360 Specifications



Model 70360

## Model 70360

### Specifications - Piston Pump

Maximum Displacement .....	<b>40,6 cm<sup>3</sup>/r [2.48 in<sup>3</sup>/r]</b>
Input Mounting Flange .....	<b>SAE "B" or "BB"</b>
Flow @ Rated Speed & PSI .....	140 l/min [37.0 gal/min]
Maximum Rated Speed .....	3600 RPM
Continuous Rated Pressure .....	210 bar [3000 PSI]
Maximum Intermittent Pressure .....	345 bar [5000 PSI]
Continuous Allowable	
Case Pressure .....	2 bar [25 PSI]
Maximum Case Drain	
Temperature .....	107° C [225° F]
Weight per single pump .....	14,1 to 15,9 kg [31 to 35 lbs]

Maximum Displacement .....	<b>49,2 cm<sup>3</sup>/r [3.00 in<sup>3</sup>/r]</b>
Input Mounting Flange .....	<b>SAE "B" or "BB"</b>
Flow @ Rated Speed & PSI .....	169 l/min [44.8 gal/min]
Maximum Rated Speed .....	3600 RPM
Continuous Rated Pressure .....	172 bar [2500 PSI]
Maximum Intermittent Pressure .....	286 bar [4150 PSI]
Continuous Allowable	
Case Pressure .....	2 bar [25 PSI]
Maximum Case Drain	
Temperature .....	107° C [225° F]
Weight per single pump .....	14,1 to 15,9 kg [31 to 35 lbs]

### Specifications - Internal Gerotor Charge Pump

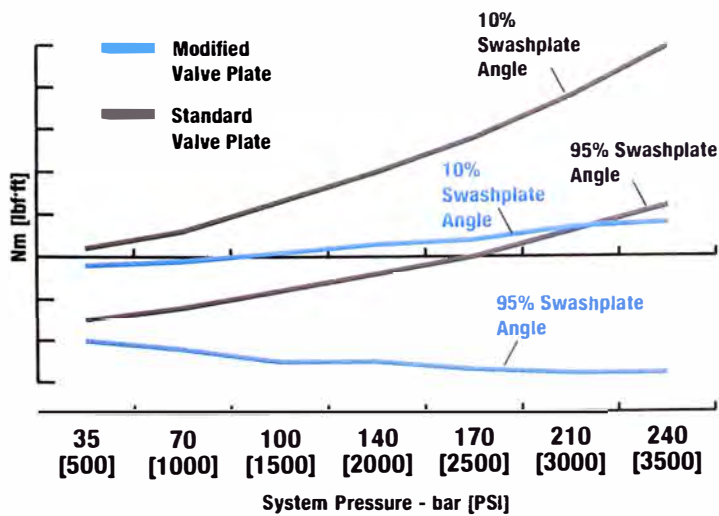
Displacement Options	
.....	6.9 cm <sup>3</sup> /r [.42 in <sup>3</sup> /r]
.....	13,8 cm <sup>3</sup> /r [.84 in <sup>3</sup> /r]
Operating Pressure Range (std.) .....	7 to 10 bar [100 to 150 PSI]
Maximum Charge Inlet Vacuum .....	0,80 bar Abs. [6 inHg]

# Model 70360

## Features & Benefits

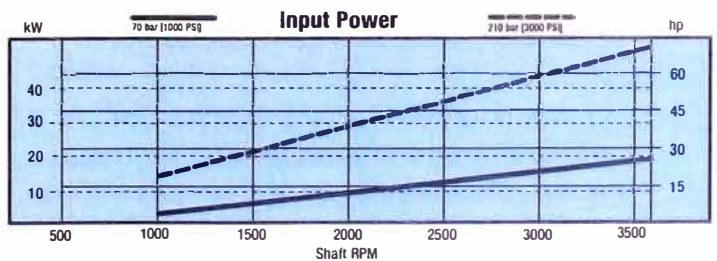
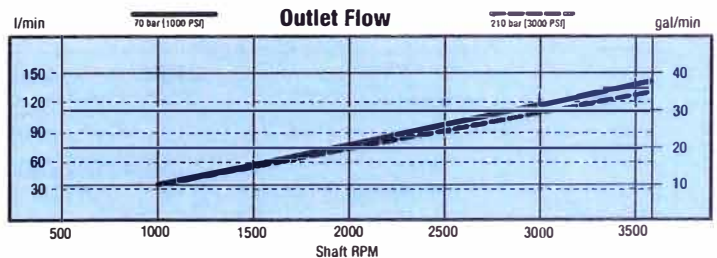
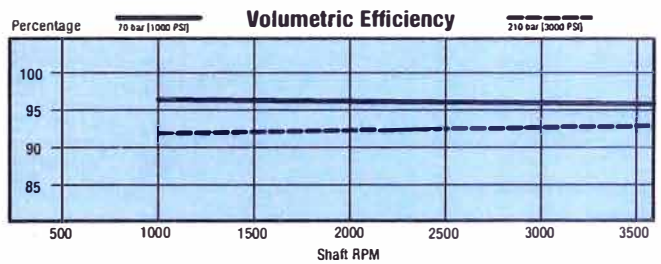
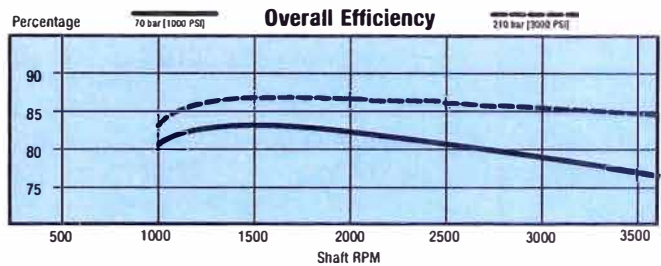
- **Customized Valve Plate Designs & Porting**
  - Reduces noise and swashplate moments.
- **Tapered Trunnion Bearing Arrangement**
  - Reduces noise and vibration.
  - Improves neutral return thrust load capabilities.
- **Strengthened Mounting Flange**
  - Reduces customer requirements for additional support brackets.
- **Square Input Control Shaft**
  - Eases the assembly of customer installed control lever and reduces wear on control shaft and control lever.
- **Improved Swashplate Design**
  - Reduces noise, and vibration.

### Lower Swashplate Moments



## Performance Data

The charts below are representative of a single 40,6 cm<sup>3</sup>/r [2.48 in<sup>3</sup>/r] Variable Displacement Piston Pump. The tests were run at an oil temperature of 82°C [180°F] with viscosity at 9 - 12 cSt [54-66 SUS] and the pump at maximum displacement.



Model 70360



# Hydraulic Fluid Recommendations

## Viscosity Requirements

Product Line	* Minimum	Optimum Range	Maximum	ISO Cleanliness Requirements	Comments
Heavy Duty Piston Pumps and Motors	45 SUS [6 cSt]	60 - 180 SUS [10 - 39 cSt]	10,000 SUS [2158 cSt]	18/13	
Medium Duty Piston Pumps and Motors Charged Systems	45 SUS [6 cSt]	60 - 180 SUS [10 - 39 cSt]	10,000 SUS [2158 cSt]	18/13	
Medium Duty Piston Pumps and Motors Non-charged Systems	60 SUS [10 cSt]	60 - 180 SUS [10 - 39 cSt]	2,000 SUS [432 cSt]	18/13	
Light Duty Transaxles, Transmissions, Pumps and Series 1150 Transaxles	60 SUS [10 cSt]	80 - 180 SUS [16 - 39 cSt]	10,000 SUS [2158 cSt]	18/13	Automotive multi-viscosity oils and ATF are not recommended
Series 2030 Motor Axles	70 SUS [13 cSt]	100 - 200 SUS [20 - 43 cSt]	10,000 SUS [2158 cSt]	18/13	Automotive multi-viscosity oils and ATF are not recommended
Char-Lynn J, R, and S Series Motors, and Disc Valve Motors	70 SUS [13 cSt]	100 - 200 SUS [20 - 43 cSt]	10,000 SUS [2158 cSt]	18/13	
Char-Lynn A Series and H Series Motors	100 SUS [20 cSt]	100 - 200 SUS [20 - 43 cSt]	10,000 SUS [2158 cSt]	18/13	
Char-Lynn Steering Control Units, Priority and Control Valves	55 SUS [9 cSt]	100 - 200 SUS [20 - 43 cSt]	10,000 SUS [2158 cSt]	18/13	When emergency manual steering is required, maximum viscosity is 2,000 SUS [450 cSt]
Gear Pumps and Motors, and Cylinders	45 SUS [6 cSt]	60 - 200 SUS [10 - 43 cSt]	10,000 SUS [2158 cSt]	18/13	

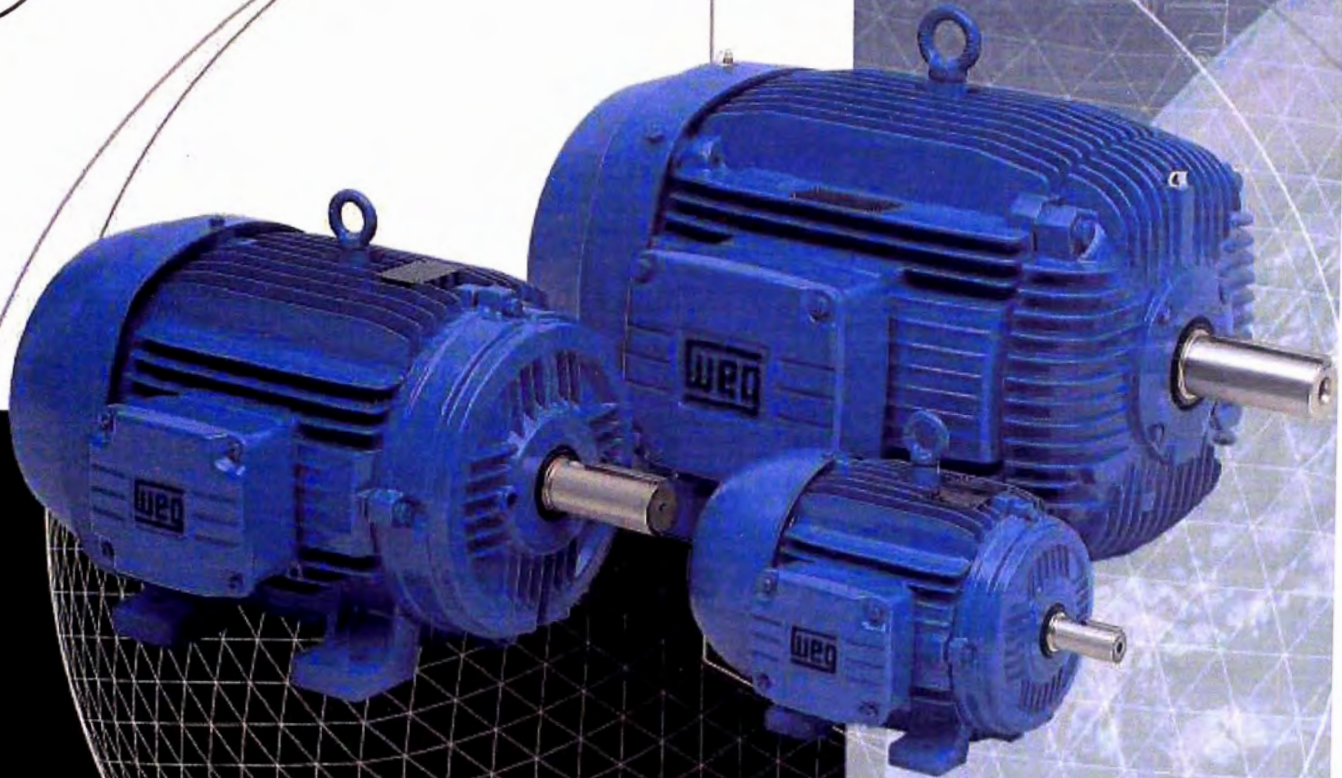
\* MINIMUM VISCOSITY APPLIES AT INTERMITTENT CONDITION OF 10% OF EVERY MINUTE.

### Additional Notes:

- Fluids too thick to flow in cold weather start-ups will cause pump cavitation and possible damage. Motor cavitation is not a problem during cold start-ups, except for two speed motors. Thick oil can cause high case pressures which in turn cause shaft seal problems.
- When choosing a hydraulic fluid, all the components in the system must be considered and the optimum viscosity range adjusted accordingly. For example, when a medium duty piston pump is combined with a Disk Valve Motor the optimum viscosity range becomes 100 - 180 SUS [20 - 39 cSt] and viscosity should never fall below 70 SUS [13 cSt].

- If the natural color of the fluid has become black it is possible that an overheating problem exists.
- If the fluid becomes milky, water contamination may be a problem.
- Take fluid level reading when the system is cold.
- Contact your Eaton representative if you have specific questions about the fluid requirements of Eaton hydraulic components.

linha  
**W21**



**MOTORES TRIFÁSICOS**



*Transformando energia  
em soluções*

## CARACTERÍSTICAS GERAIS

Carcaças 63 a 355M/L  
Totalmente fechado, com ventilação externa  
Proteção IP55  
Vedação dos mancais com V'Ring  
Dreno para água condensada  
Espuma auto-extinguível na saída dos cabos  
Mancais com rolamentos de esferas  
(355 - 4,6 e 8 pólos - Rolamento de Rolos)  
Placa de identificação em aço inoxidável  
Carcaça de ferro fundido  
Duplo sentido de rotação  
Duplo aterramento no interior da caixa de ligação  
Categoria N (conjugado e corrente de partida normais)  
Isolamento classe B (130°C) com  $\Delta t=80K$  carcaças 63 a 200L  
Isolamento classe F (155°C) com  $\Delta t=80K$  carcaças 225S/M a 355M/L  
Frequência: 60Hz  
Tensões: 220/380V - 380/660V: carcaças 63 a 200L.  
220/380/440V: carcaças 225S/M 355M/L.  
(Outras Tensões mediante consulta)  
Pintura: acabamento azul (Ral 5007).

## CARACTERÍSTICAS OPCIONAIS

Proteção: IPW55, IP56 ou IP65  
Vedação dos mancais  
- Retentores  
- Retentores com mola  
- Labirinto taconite (Carc. 132S a 355M/L)  
Duplo aterramento  
Termistores  
Termostatos  
RTD-PT 100  
Resistência de aquecimento  
Frequência: 50Hz  
Categoria H (sob consulta)  
Isolamento: classe F e H em carcaças de 63 a 200L.  
Classe H em carcaças de 225 S/M a 355 M/L.  
Outras tensões

## APLICAÇÕES

Bombas, ventiladores, exaustores, britadores, transportadores, moinhos, talhas, compressores e máquinas operatrizes (tornos, retíficas, fresas, furadeiras, rosqueadeiras, mandriladoras, plainas, etc.).

E nos mais diversos ramos da indústria, conforme exemplos abaixo:

Química e petroquímica, extração mineral e vegetal, têxtil, papel e celulose, alimentícia, madeireiras, siderúrgicas, usinas de açúcar, destilarias de álcool, construção civil, automação industrial, automobilística, indústrias mecânicas em geral, entre outros.

## DESEMPENHO E QUALIDADE

Os motores WEG são projetados com elevados torques, adequados para o acionamento de cargas pesadas. Todos os materiais utilizados nos motores passam por um rigoroso sistema de controle de características normalizadas.

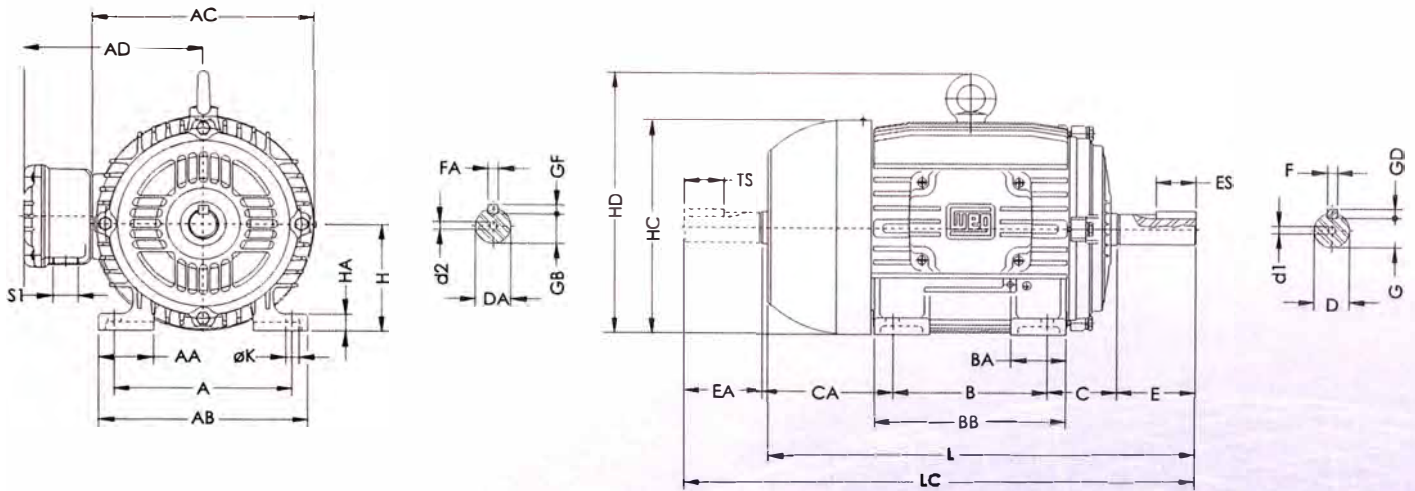
Todos os motores são testados na linha de montagem, antes de serem embalados.

Os produtos WEG são originários de uma engenharia técnica, cuja acessoria aos clientes permite otimização e correta seleção em sua aplicação.





# DIMENSÕES EM mm



Carcaça	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	CA	Ponta de eixo dianteira						Ponta de eixo traseira						H	HA	HC	HD	K	L	LC	S1	d1	d2	Rolamentos								
											φ D	E	ES	F	G	GD	φ DA	EA	TS	FA	GB	GF											EA	CA	B	BA	BB	C	E	Diant.	Tras.
63	100	21	116	125	113	80	22	95	40	78	11j6	23	18	4	8,5	4	9j6	20	16	3	7,2	3	63	8	124		7	216	241	RWG			6201-ZZ								
71	112	30	132	141	121	90	38	113,5	45	88	14j6	30	22	5	11	5	11j6	23	18	4	8,5	4	71	12	139			248	276		A3,15		6203-ZZ	6202-ZZ							
80	125	35	149	159	130	100	40	125,5	50	93	19j6	40	32	6	15,5	6	14j6	30	22	5	11	5	80	13	157			276	313				6204-ZZ	6203-ZZ							
90S						100		131																																	
90L	140	38	164	179	150		42		56	104	24j6	50	40		20		16j6	40	32	5	13	5	90	15	177		10	304	350	RWG			6205-ZZ	6204-ZZ							
100L	160	49	188	199	160	140	50	173	63	118							22j6		50	40	6	18,5	6	100	16	198			329	375		3/4"		6206-ZZ	6205-ZZ						
112M	190	48	220	222	180			177	70	128	28j6	60	50		24		24j6			8	20	7	112	18,5	235	280			393	448				6307-ZZ	6206-ZZ						
132S						140		187										28j6	60	50	8	24	7	132	20	274	319		452	519		1"		6308-ZZ	6207-ZZ						
132M	216	51	248	270	207	178	55	225	89	150	38k6	80	70	10	33													490	557												
160M						210		254																					598	712				6309-C3	6209-Z-C3						
160L	254	64	308	312	250	254	65	298	108	174	42k6				12	37	42k6											642	756												
180M						241		294																					664	782											
180L	279	80	350	358	270	279	75	332	121	200	48k6				90	14	42,5	9										702	820						6311-C3	6211-Z-C3					
200M						267		332																					729	842											
200L	318	82	385	396	294	305	85	370	133	222	55m6				16	49	10											767	880							6312-C3	6212-Z-C3				
225S/M	356	80	436	476	368	286	105	391	149	280	55m6*				100	16	49	10	55m6*									817	935												
						311				255	60m6																		847	995											
250S/M	406	100	506	476	368	311	138	449	168	312	60m6*				53														923	1071								6314-C3			
						349				274	65m6																														
280S/M	457	100	557		463	368	142	510	190	350	65m6*	140	125		58														1036	1188											
					600	419				299	75m6																														
315S/M	508	120	628		492	406	152	558	216	376	65m6*				18	58	11	65m6*											1126	1278											
						457				325	80m6	170	160	22	71	14	65m6												1156	1308											
355M/L	610	140	750	816	698	560	200	760	254	381	65m6*	140	125	18	58	11	60m6*												1495	1650											
						630					100m6	210	200	28	90	16	80m6	170	160	22	71	14							1565	1750											

\*Dimensões da ponta de eixo para motores II pólos.  
 A partir da carcaça 160, inclusive, os rolamentos são com folga radial C3.  
 Nas carcaças acima de 280 S/M a medida H tem tolerância de -1mm.  
 Dimensões de acordo com norma NBR 5432, sujeitas a alteração sem aviso prévio.

# Scambiatori Aria-olio Serie MG AIR

*Air-oil heat-exchangers  
MG AIR Series*



**ENMEGI**





Gli scambiatori di calore aria-olio EMMEGI, sono impiegati per il raffreddamento di circuiti oleodinamici usando, come fluido raffreddante, l'aria ambiente convogliata sulla radiante da una ventola azionata da un motore elettrico o idraulico. La massa radiante, in lega d'alluminio ad alta resistenza, è ottenuta mediante un processo costruttivo di saldobrasatura sottovuoto. La particolare configurazione dei condotti aumenta la turbolenza del fluido e di conseguenza la capacità di scambio; inoltre la presenza di speciali turbolatori sull'alettatura del pacco radiante, migliora ulteriormente il coefficiente di trasmissione totale. Il risultato è un prodotto tecnologicamente avanzato di dimensioni contenute, leggero e robusto.

## Fluidi compatibili

- OLI MINERALI, HL, HLP.
- EMULSIONI ACQUA-OLIO.
- ACQUA-GLICOLE.
- Per altri fluidi consultare EMMEGI.

## Specifiche tecniche Masse Radianti

- Materiale: alluminio "long life".
- Pressione d'esercizio: 20 bar.
- Pressione di collaudo: 35 bar.
- Temperatura max d'esercizio: 120°C
- Per particolari atmosfere aggressive consultare l'EMMEGI.

## Installazione

Lo scambiatore può essere montato in posizione orizzontale o verticale, rispettando la distanza minima dalla parete (vedi fig.1), in modo da assicurare un naturale afflusso e deflusso dell'aria di raffreddamento.

Lo scambiatore è installato di norma, sulle tubazioni di ritorno dell'olio del serbatoio; deve inoltre essere protetto da urti e vibrazioni meccaniche mediante supporti e collegato all'impianto con tubazioni flessibili. È necessario evitare che sia sottoposto a brusche variazioni di portata, colpi d'ariete e pulsazioni continue che danneggiano in modo irreversibile la radiante.

Per preservare lo scambiatore dalla sovrappressione che si genera all'avviamento dell'impianto per elevata viscosità dell'olio, si suggerisce l'inserimento di una valvola di by-pass (vedi fig.2).

*EMMEGI air-oil heat exchangers are used for cooling oil hydraulic systems using as the coolant ambient air that passes over the radiant by means of a fan operated by an electric or hydraulic motor. The cooler element, in high resistance aluminium alloy, is obtained by means of a braze-welding process carried out under vacuum. The particular configuration of the cooling pipes increase the turbulence of the fluid consequently of the exchange capacity; moreover, the presence of special jets on the cooler finning further improves the total transmission coefficient. The result is a very small, light and robust technologically advanced product.*

## Compatible fluids

- MINERAL OILS, HL, HLP.
- WATER-OIL EMULSION.
- WATER-GLYCOL.
- Consults EMMEGI for other fluids.

## Technical specification of Cooler Element

- Material: "long life" aluminium.
- Operating pressure: 20 bar.
- Test pressure: 35 bar.
- Max operating temperature: 120°C.
- For specially "aggressive" atmospheres contact EMMEGI.

## Installation

*The exchanger can be fitted in a horizontal position, respecting the minimum distance from the wall (see fig.1) so as to ensure a natural flow of cooling air. The exchanger is usually installed on oil tank return piping; it must also be protected from impacts and mechanical vibrations by supports and must be connected to the plant with flexible pipes. Avoid subjecting the exchanger to sudden changes in flow, hammering and pulsations that can cause irreversible damage to the element. We recommend installing a by-pass valve (see fig.2) to protect the exchanger from over-pressure generated when the plants is started up due to high oil viscosity.*



## Manutenzione

È buona norma prestare particolare attenzione alla pulizia della massa radiante per garantire un naturale ricambio d'aria, ed evitare una diminuzione dell'efficienza termica.

### Pulizia lato olio

Per eseguire la pulizia lato olio, lo scambiatore dovrà essere smontato. Lo sporco può essere rimosso flussando in controcorrente un prodotto sgrassante, compatibile con alluminio. Effettuare un lavaggio con olio idraulico prima di ricollegare il prodotto all'impianto.

### Pulizia lato aria

La pulizia lato aria può essere effettuata con aria compressa o acqua, con direzione del getto parallelo alle alette per non danneggiarle. Lo sporco oleoso o grasso può essere rimosso con getto di vapore o acqua calda. Durante questa operazione, il motore elettrico non deve essere collegato alla tensione, e dovrà essere adeguatamente protetto.

### Esempio di scelta dello scambiatore

Per effettuare la scelta dello scambiatore si procede come segue:

Potenza da dissipare	19,5	[KW]
Portata olio ISO VG 32	90	[lpm]
Temperatura ingresso olio	60	[°C]
Temperatura ambiente	30	[°C]
Ventola azionata da motore elettrico 230/400V-50Hz.		

Si calcola la potenza specifica di scambio espressa in KW/°C, conoscendo la potenza da dissipare e il  $\Delta T$  (differenza tra la temperatura olio ingresso e la temperatura ambiente).

$$P = \frac{19,5 \text{ KW}}{60^\circ - 30^\circ} = 0,65 \text{ KW/}^\circ\text{C}$$

Nota la portata olio (90 lpm) e la potenza specifica di scambio (0,65 KW/°C) si procede alla ricerca del prodotto avvalendosi dei grafici riportati a catalogo, relativi ai singoli modelli.

## Maintenance

You should be particularly carefully in cleaning the cooler element to guarantee a natural exchange of air, in order to prevent a reduction in thermal efficiency.

### Cleaning oil side

The exchanger should be dismantled to clean on the oil side. The dirt can be removed by flushing, in counter-current, de-greasing substance, compatible with aluminium. Wash with hydraulic oil before re-connecting the product to the plant.

### Cleaning air side

Cleaning on the air side can be done using compressed air or water, directing the jet parallel to the fins so as not to damage them.

Oily dirt or grease can be removed with a jet of steam or hot water. During this operation, the electric motor must be disconnected from the voltage supply, and must be adequately protected.

### Example of how to choose a heat exchanger

Proceed with sizing the exchanger, with a knowledge of the data as the example below shows:

Power to dissipate	19,5	[KW]
ISO VG 32 oil flow	90	[lpm]
Oil input temperature	60	[°C]
Ambient temperature	30	[°C]
Fan operating with an electric motor 230/400V-50Hz.		

You can then calculate the specific heat exchange power KW/°C if you know the power to dissipate and the  $\Delta T$  (the difference between the oil input temperature and the ambient temperature).

$$P = \frac{19,5 \text{ KW}}{60^\circ - 30^\circ} = 0,65 \text{ KW/}^\circ\text{C}$$

Note the oil flow (90lpm) and specific exchange power (0,65 KW/°C), product research is made by referring to the graph in the catalogue which is relevant to each model.

# Dati tecnici *Technical Data*

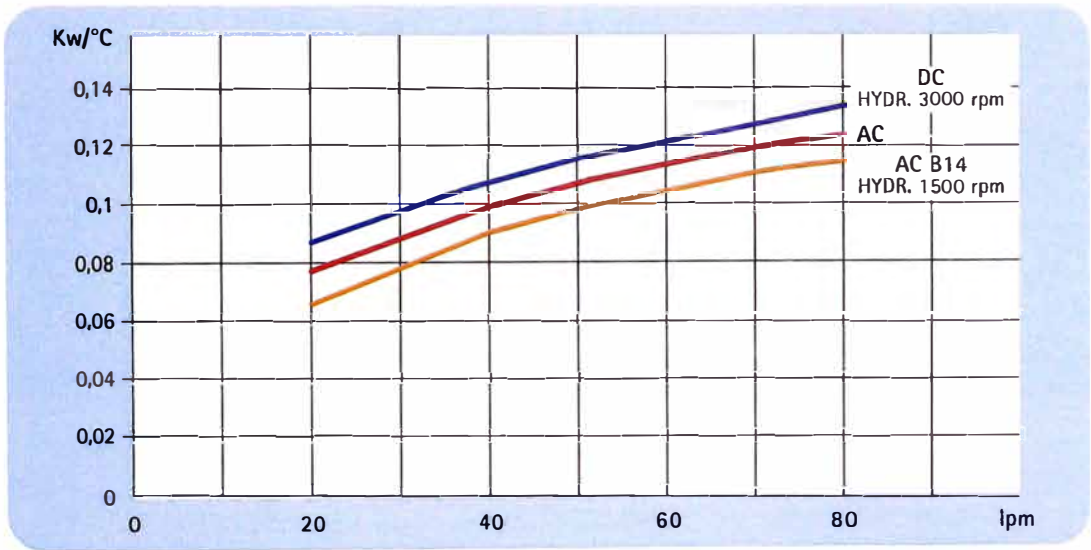


**MG2015K**

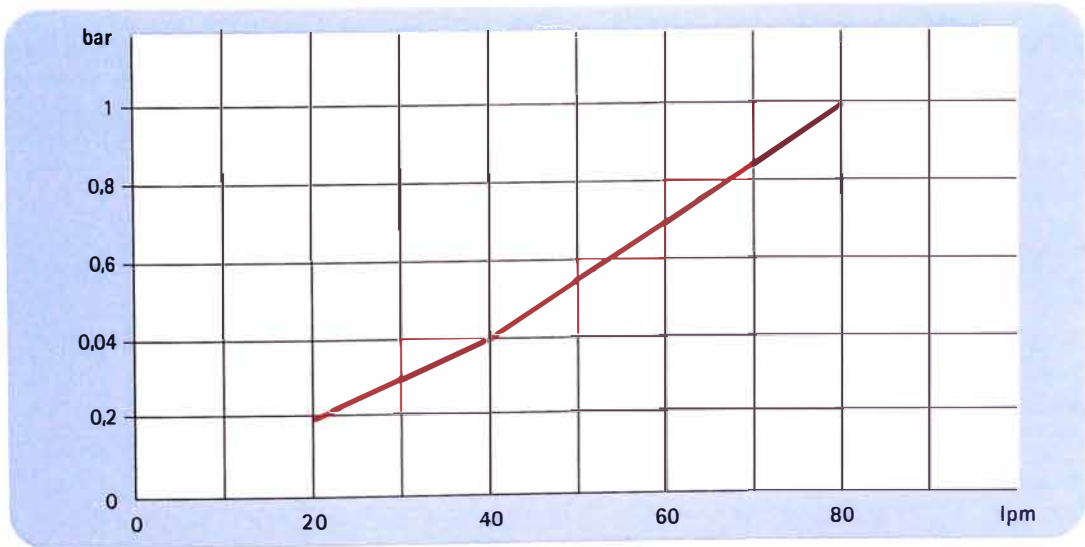
P/N	V	Hz	kW	A	rpm	ø Fan	dB(A)	(m³/h)	IP	It	Kg
251501###	230 AC	50	0,067	0,29	2770	200	68	700	44	0,5	7
251503###	230-400 AC	50/60	0,068	0,15	2600	200	69	720	44		7
251504###	230-400 AC B14	50/60	0,250	0,72	1350	200	61	415	55		10
251512###	12 DC	/	0,09	6,1	3100	225	72	880	68		6,5
251524###	24 DC	/	0,10	2,9	3000	225	73	865	68		6,5
251556###	Prepared for Gr.2 hydraulic motor				☎	200	☎	☎	/		6

☎ Contattare EMMEGI *Contact EMMEGI*

## Diagramma rendimento *Performance diagram*



## Perdite di carico *Pressure drop (ISO VG 32)*



### Fattore di correzione - F - (perdite di carico) *Correction factor - F - (Pressure drop)*

cst	10	15	20	30	40	50	60	80	100	200	300
F	0,5	0,65	0,77	1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	3,3	4,3

# Cartridge Valve Technology

• **fast response**



• **low hysteresis**



• **low internal leakage**



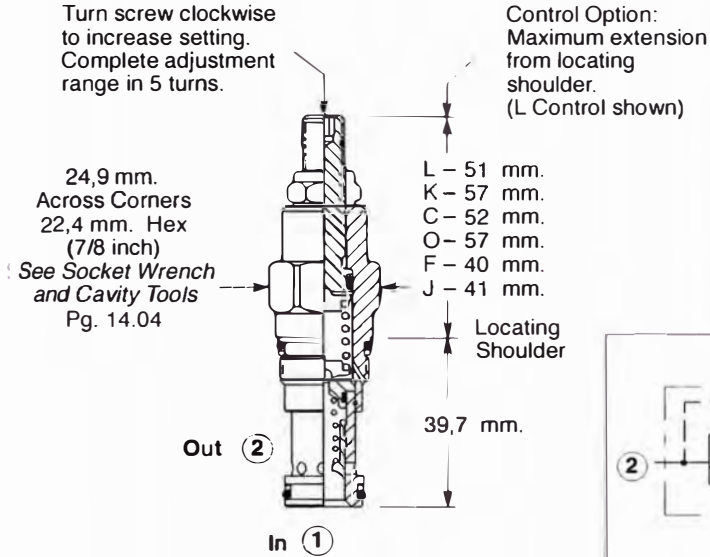


# PILOT OPERATED RELIEF VALVES PRESSURE REGULATING UP TO 350 bar

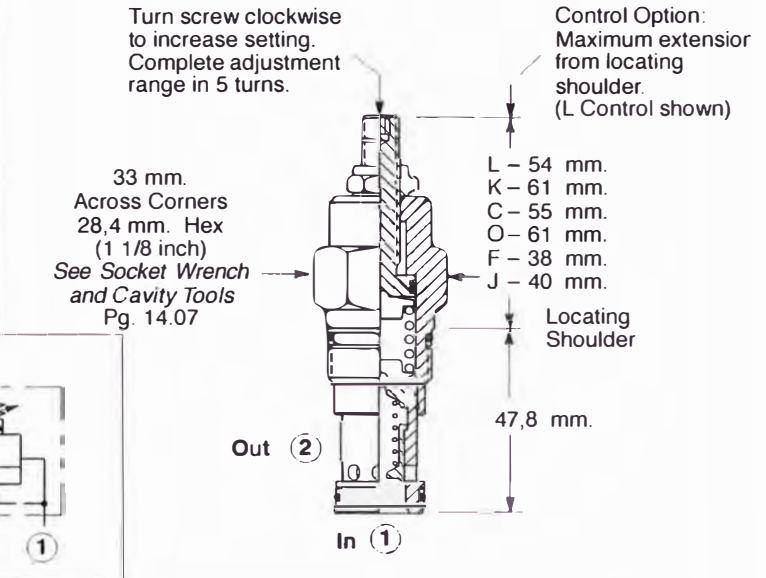


- Pilot operated for easy adjustment and accurate pressure control.
- Balanced spool design for minimum hysteresis ( $\pm 1\%$ ).

**0 to 95 L/min Nominal**  
**Series 1 Cartridge T-10A Cavity**  
Installation Torque 45 to 50 Nm

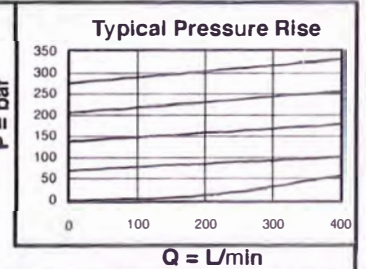
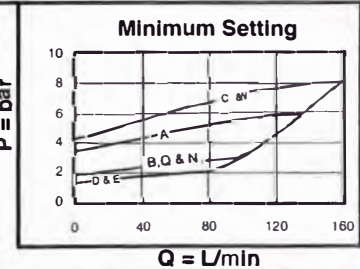
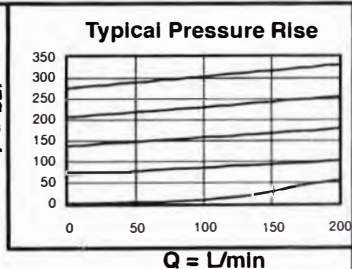
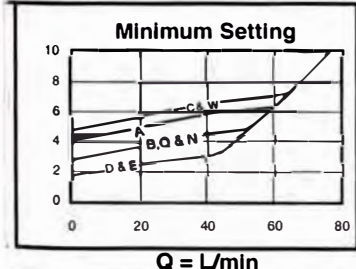


**0 to 200 L/min Nominal**  
**Series 2 Cartridge T-3A Cavity**  
Installation Torque 60 to 65 Nm



Will accept maximum pressure at Port 2.  
Pressure at Port 2 is directly additive to valve setting.  
Typical response time 10 ms.  
Maximum leakage = 50 cc/min/100 bar at 32 cSt

Will accept maximum pressure at Port 2.  
Pressure at Port 2 is directly additive to valve setting.  
Typical response time 10 ms.  
Maximum leakage = 70 cc/min/100 bar at 32 cSt



MODEL  
**RPEC-LAN**

PRICE

MODEL  
**RPGC-LAN**

PRICE

## OPTIONS

**RP \* C - \* \* \* - \* \* \* / \***

Basic cartridge from above

### CONTROLS

See page xvi for more details on Optional Controls Listed on This Page

- L Standard Screw Adjustment
- K Handknob with Lock Knob
- O Handknob with Panel Mount
- F Hex Head Screw with Locknut
- J Socket Head Set Screw with Cap

### Nonstandard Controls

- C Tamper Resistant Factory Set

### ADJUSTMENT RANGES

- A 7 to 210 bar  
70 bar Standard Setting
- B 3,5 to 105 bar  
70 bar Standard Setting
- D 2 to 55 bar  
25 bar Standard Setting
- E 2 to 25 bar  
14 bar Standard Setting
- Q 4 to 25 bar  
14 bar Standard Setting
- N 4 to 55 bar  
25 bar Standard Setting
- W 10 to 315 bar  
70 bar Standard Setting
- C 10 to 420 bar  
70 bar Standard Setting

Customer Specified Setting Stamped on Hex

### SEALS

- N Buna-N
- V Viton

### BODY

Omit for Cartridge Only or See Body Locator Page 1.04



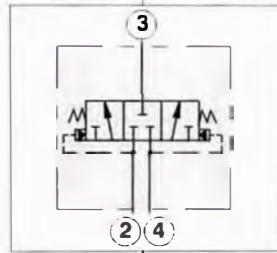
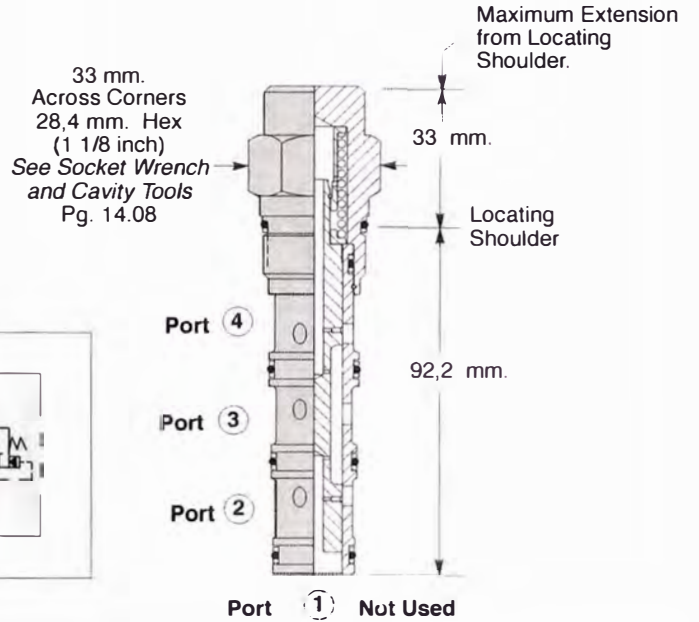
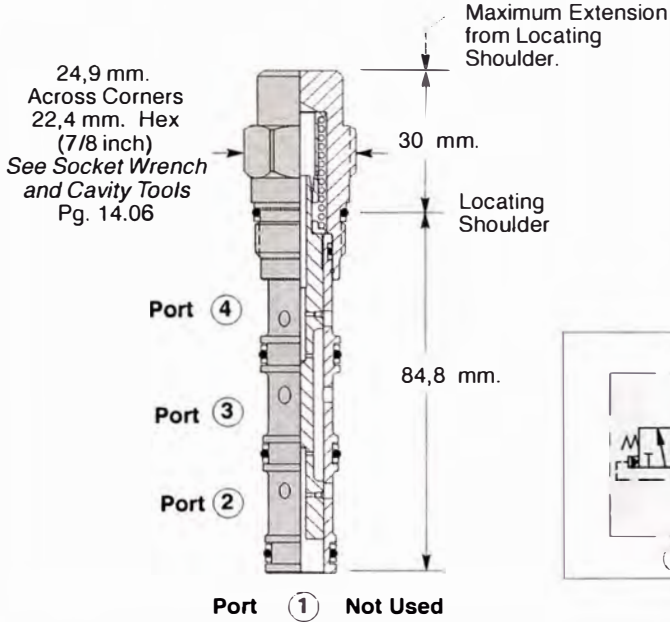
# LOW SIDE (HOT OIL) SHUTTLE VALVES



- Three position, blocked centre.
- 350 bar maximum operating pressure.

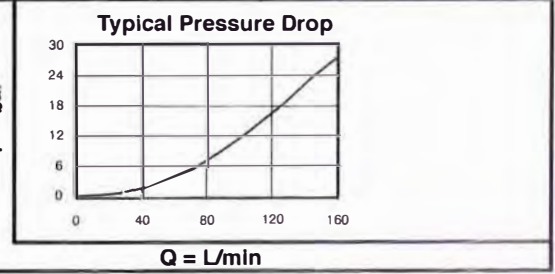
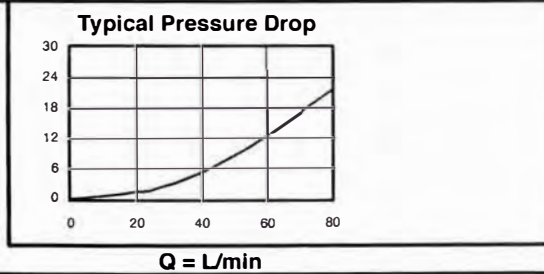
**0 to 60 L/min Nominal**  
**Series 1 Cartridge T-31A Cavity**  
 Installation Torque 45 to 50 Nm

**0 to 120 L/min Nominal**  
**Series 2 Cartridge T-32A Cavity**  
 Installation Torque 60 to 65 Nm



Pilot flow = 0,40 L/min .  
 Pressure differential between Ports 2 and 4 shifts valve. See option below.  
 Typical response time 10 ms.

Pilot flow = 0,40 L/min .  
 Pressure differential between Ports 2 and 4 shifts valve. See option below.  
 Typical response time 10 ms.



MODEL  
**DSCH-XHN**

PRICE

MODEL  
**DSEH-XHN**

PRICE

## OPTIONS

**DS\*H-X\*\*-\* \*\*\*/\***

Basic cartridge from above

### CONTROLS

See page xvi for more details on Optional Controls Listed on This Page

**K** Non-adjustable

### SHIFTING PRESSURES

- H** 14 bar Shifting Pressure
- G** 10 bar Shifting Pressure

### SEALS

- N** Buna-N
- V** Viton

### BODY

Omit for Cartridge Only or See Body Locator Page 10.04

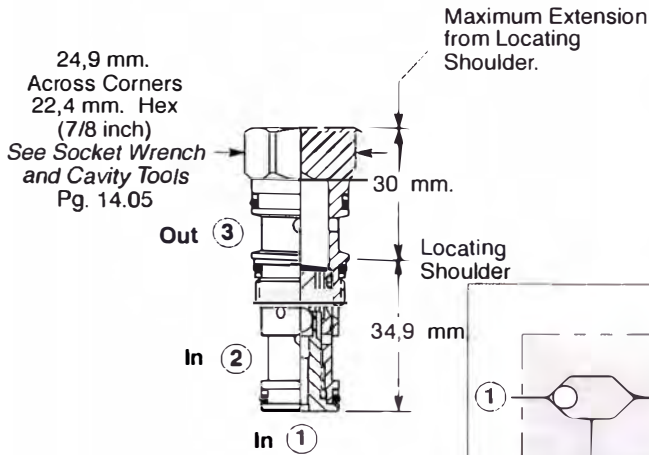


# SHUTTLE VALVES

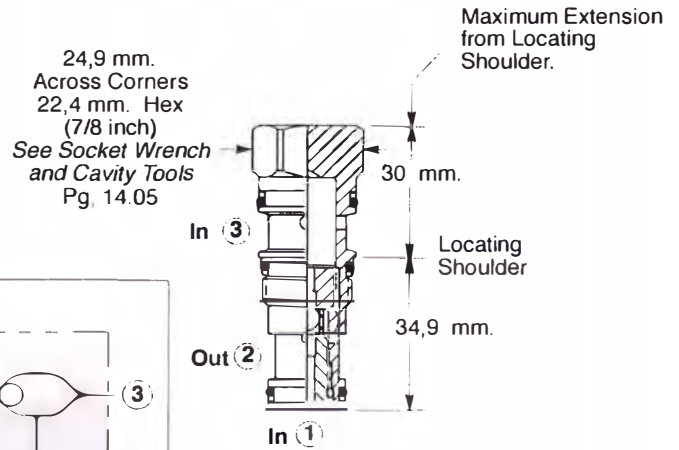


- Equivalent orifice diameter 2,8 mm.
- 350 bar maximum operating pressure.

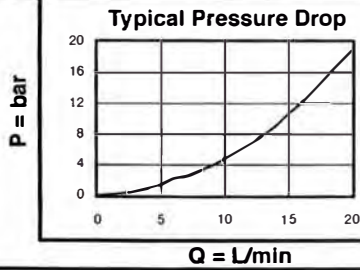
**0 to 10 L/min Nominal  
Signal at Port 3 (3 Port)  
Series 1 Cartridge T-11A Cavity  
Installation Torque 45 to 50 Nm**



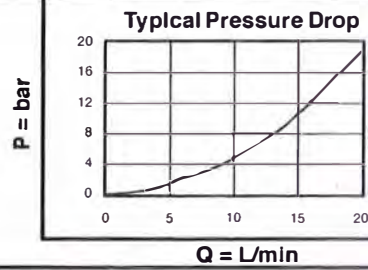
**0 to 10 L/min Nominal  
Signal at Port 2 (3 Port)  
Series 1 Cartridge T-11A Cavity  
Installation Torque 45 to 50 Nm**



Maximum leakage = Less than 10 drops/min.



Maximum leakage = Less than 10 drops/min.



MODEL **CSAB-XXN** PRICE

MODEL **CSAD-XXN** PRICE

## OPTIONS

**CSA \* - XX \* - \* \* \* / \***

Basic cartridge from above

### SEALS

**N** Buna-N

**V** Viton

### BODY

Omit for Cartridge Only  
or  
See Body Locator  
Page 10.04



# Hydraulic Accessories



Quality and Service  
Worldwide



# PRESSURE GAUGES

## TYPE SPG, WPG

### SPECIFICATIONS

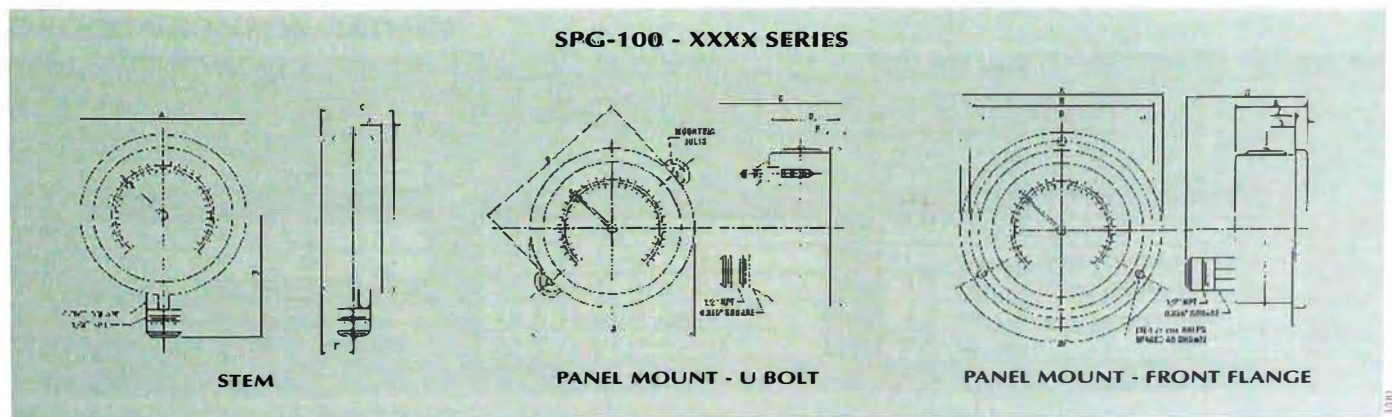
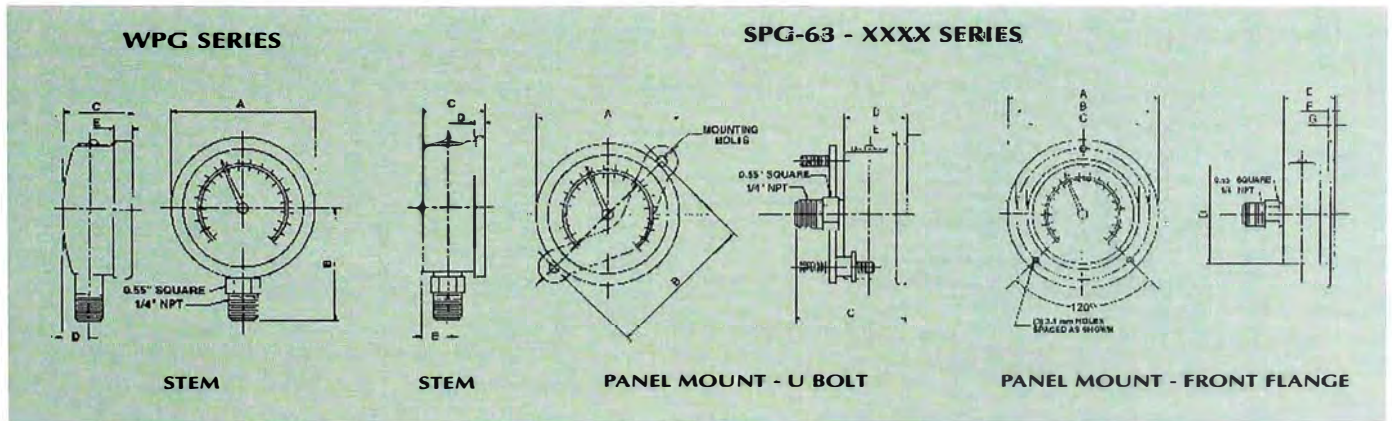
- Copper Alloy Bourden Tube
- Dual Scales
- Built in Relief Valve
- Operating Temperatures  
Ambient -4°F to 140°F (-20°C to 60°C)  
Media 140°F (+60°C)
- Acrylic Lens
- Accuracy + 1.5% of Full Scale
- Built in Snubber

### OPTIONS

- 2 1/2" or 4" Diameter Available
- Forged Brass Case Available in 2 1/2" Version.
- Stainless Steel Case Available in 2 1/2" and 4" Version.
- Front Flange
- Custom Dials & Pressure Gauges Available on Special Request.



### DIMENSIONS





# IN-ON FILTER

## F-120/SSF-160 SERIES FILTER HEADS



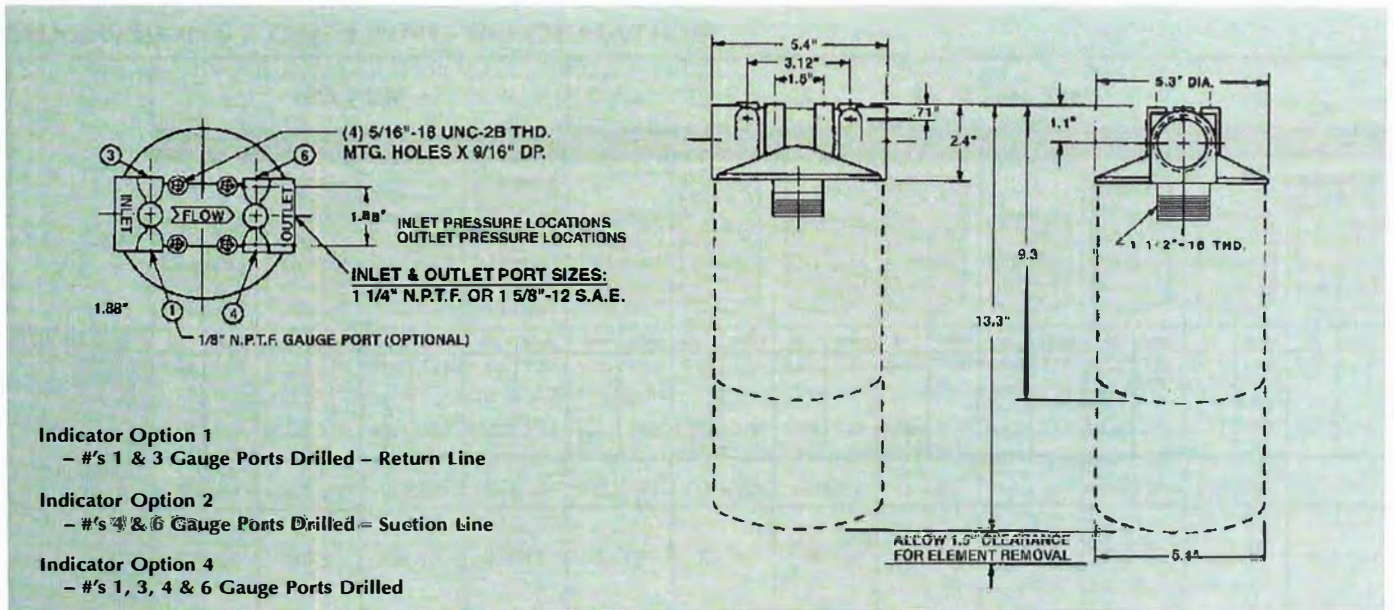
### SPECIFICATIONS

- Flows to 60gpm (225 lpm) for Return Line and 12gpm (46 lpm) for Suction Line Applications
- Working Pressure– 200psi (14 bar)
- Maximum Pressure Differential of 80psi (5.5 bar) on Filters With No By-Pass Valve Option
- For Use With Petroleum Based Fluids Only
- Operating Temperatures From -25°F to 212°F (-32°C to 100°C)
- Buna-N Seals
- Aluminum Die Cast Head

### OPTIONS

- NPT or SAE Ports Available
- Visual and Electrical Indicators Available
- With or Without Gauge Indicator Ports
- By-Pass Options Available For Both Suction and Return Line Applications

### DIMENSIONS



### ORDERING INFORMATION

SSF		120		25		0	
<b>PORT OPTIONS</b>		<b>BY-PASS OPTIONS</b>		<b>INDICATOR OPTIONS</b>			
120	1 1/4" NPT	00	No By-Pass	0	No Gauge Port		
160	1 5/8" -12 SAE	03	3psi (0.2 bar)	1	Gauge Ports Drilled – Return		
		05	5psi (0.33 bar)	2	Gauge Ports Drilled – Suction		
		15	15psi (1 bar)	4	All Gauge Ports Drilled		
		25	25psi (1.7 bar)	9	Special		

See Page 136 for Indicator Options Available.

**SPECIFICATIONS**

- Working Pressure– 200psi (10 bar)
- For Use With Petroleum Based Fluids Only
- Operating Temperature From -25°F to 212°F (-32°C to 100°C)
- Use a Strap-on Chain Wrench For Element Removal
- For Use With SSF, SMF and SDF Filter Heads

**OPTIONS**

- Elements Available Individually or in Carton Quantities of 6
- 10 or 25 Micron Nominal Rating Paper Elements
- 3, 6, 12 or 25 Micron Glass Fiber Elements
- 10 Micron Water Absorbing Elements
- 125 Micron Stainless Steel Wire Mesh Elements



**DIMENSIONS / ORDERING INFORMATION**

	PAPER								SYNTHETIC															
	SF 6720		SF6721		SF6710		SF6711		SF6703		SF6704		SF6706		SF6707		SF6730		SF6731		SF6728		SF6726	
	10 MICRON		10 MICRON		25 MICRON		25 MICRON		3 MICRON		3 MICRON		6 MICRON		6 MICRON		12 MICRON		12 MICRON		25 MICRON		25 MICRON	
DIAMETER	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
LENGTH	5.06	128	5.06	128	5.06	128	5.06	128	5.06	128	5.06	128	5.06	128	5.06	128	5.06	128	5.06	128	5.06	128	5.06	128
ELEMENT THREAD	1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF		1 1/2-16 UNF	
β-RATIO	β10-2		β10-2		β25-12		β25-12		β3-75		β3-75		β6-75		β6-75		β12-75		β12-75		β25-75		β25-75	
DIRT HOLDING CAPACITY (grms)	29		53		40		74		27		50		32		61		40		74		54		102	
FILTRATION AREA (sq in)	664		1227		568		1052		680		1262		680		1262		561		1041		673		1267	
(sq cm)	4282		7914		3663		6785		4386		8139		4386		8139		3618		6714		4340		8172	
CARTON QUANTITY	6		6		6		6		6		6		6		6		6		6		6		6	
CARTON lbs. WEIGHT (kg)	14.6	(6.6)	17.5	(7.9)	14.9	(6.7)	20.6	(9.3)	18.0	(8.18)	26.1	(11.86)	18.0	(8.18)	27.2	(12.36)	15.8	(7.18)	23.1	(10.5)	15.6	(7.1)	23	(10.5)

Note: These filters are not to be used on internal combustion engines as they do not contain an internal relief valve.

# PIN-ON FILTERS REPLACEMENT ELEMENTS 6700 SERIES (CONT.)

## DIMENSIONS

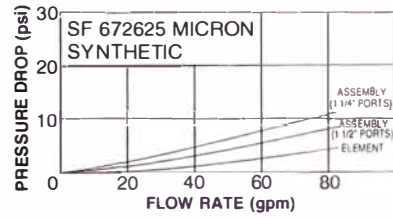
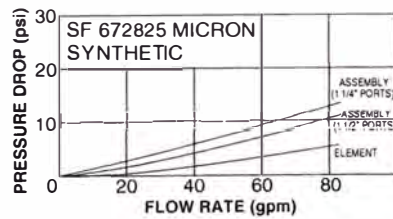
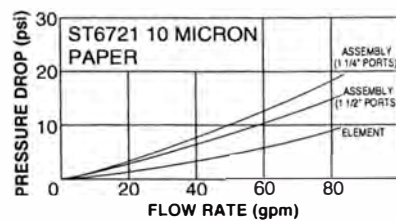
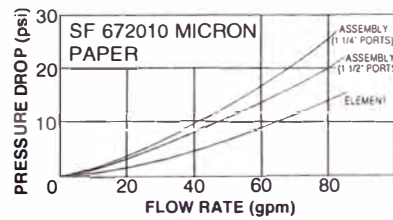
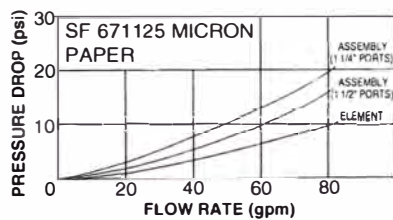
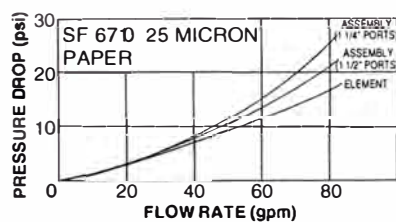
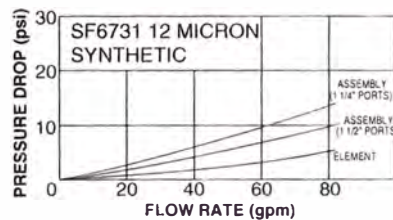
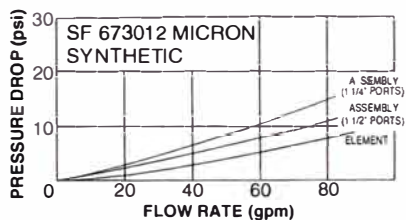
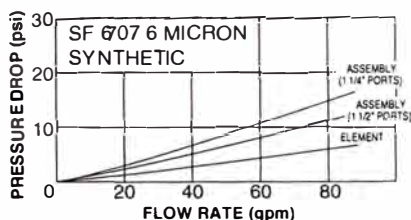
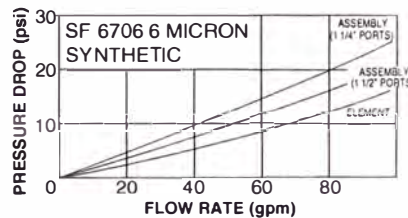
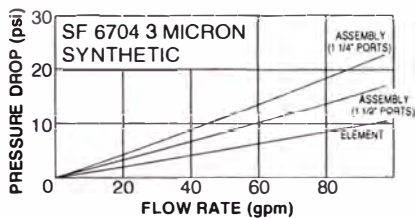
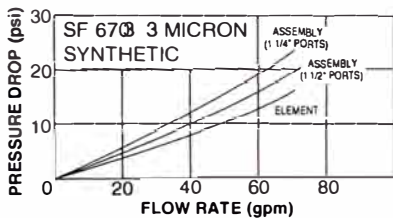
	WATER ABSORBING ELEMENTS						STAINLESS STEEL WIRE MESH (125 Micron)			
	SF 6520-W		SF 6620-W		SF6721-W		SF 6790		SF 6791	
	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
DIAMETER	3.73	95	3.73	95	5.06	128	5.06	128	5.06	128
LENGTH	5.68	144	5.68	144	10.63	270	6.63	168	10.63	270
ELEMENT THREAD	1" – 12 UNF		1½" – 16 UNF		1½" – 16 UNF		1½" – 16 UNF		1½" – 16 UNF	
β-RATIO	β10=2		β10=2		β10=2		N/A		N/A	
FILTRATION AREA (sq in) (sq cm)	190 1225 cm <sup>2</sup>		190 1225 cm <sup>2</sup>		688 4440 cm <sup>2</sup>		200 1290 cm <sup>2</sup>		315 2032 cm <sup>2</sup>	
WATER HOLDING CAPACITY	5.5 oz 0.161 L		4.0 oz 0.12 L		15.0 oz 0.44 L		N/A		N/A	
MAXIMUM OPERATING PRESSURE	100 psi 6.8 bar		250 psi 17.2 bar		100 psi 6.8 bar		100 psi 6.8 bar		100 psi 6.8 bar	

Note: These filters are not to be used on internal combustion engines as they do not contain an internal relief valve.

# SPIN-ON FILTERS

## SSF/SMF/SDF/SF 6700 SERIES

### PRESSURE DROP vs. FLOW CURVES



ACCESSORIES

### VISUAL INDICATORS

• Brass Internals

#### Vacuum Gauges Suction Line Applications

**GV-5**

For use with 3psi filter by-pass valve

**GV-10**

For use with 5psi filter by-pass valve

#### Pressure Gauges Return Line Applications

**CI-12**

For use with 15psi filter by-pass valve

**CI-20**

For use with 25psi filter by-pass valve

### ELECTRICAL INDICATOR

**EPS-1**

**EVS-1**

Can Be Field Installed

	EPS-1 (PRESSURE)	EVS-1 (VACUUM)
ELECTRICAL	7AMP 125/250 VAC	7AMP 125/250 VAC
PROTECTION	DIN 43650 IP65	DIN 43650 PIP65
TEMPERATURE RANGE	-40°F TO 180°F (-40°C TO +80°C) AMBIENT & MEDIUM	-40°F TO +180°F (-40°C TO +80°C) AMBIENT & MEDIUM
DIAPHRAGM MATERIAL	EPICHLOROHYDRIN STANDARD	EPICHLOROHYDRIN STANDARD
HOUSING MATERIAL	ZINC PLATED STEEL STANDARD	ALUMINUM AL2024
MAXIMUM OVERPRESSURE	350 PSI (25 BAR) 6:1 SAFETY FACTOR	350 PSI (25 BAR)
ADJUSTMENT RANGES	5/35 PSI (0.35/2.5 BAR)	5/30 IN HG (150/1000 MBAR)
DEAD BAND	20%	25%
MAXIMUM PRESSURE	350 PSI (25 BAR)	350 PSI (25 BAR)
WELTED AREA MATERIAL	ELASTOMER & ZINC PLATED STEEL BRASS	ELASTOMER & ANODIZED ALUMINUM 316SS OPTIONAL
WEIGHT	STEEL HOUSING 0.23 LB (0.11 KG)	0.50 LBS. (0.25 KG)
REPEATABILITY	±2% AT 70°F (20°C) AMBIENT TEMPERATURE	±2% AT 70°F (20°C) AMBIENT TEMPERATURE
HIRSCHMANN CONNECTOR WITH STRAIN RELIEF		

# FILLER BREATHERS

## BAYONET STYLE SES3, SES6

### SPECIFICATIONS

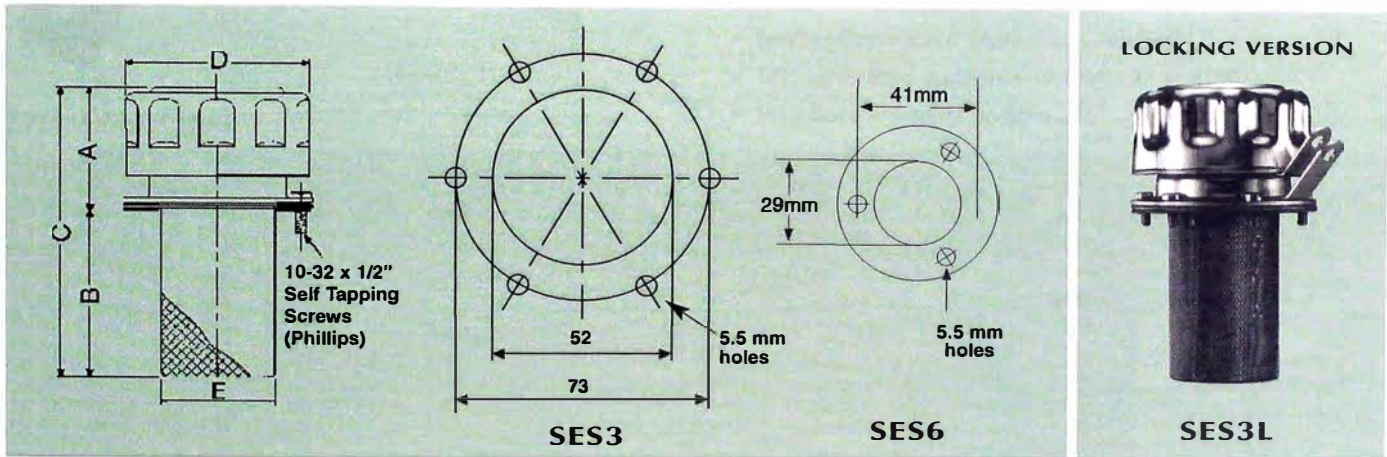
- Chrome-Plated Metal Cap
- 30 Mesh Metal Basket
- Cork Gaskets
- Air Flow to 25cfm

### OPTIONS

- Two Diameter Caps Available: 3.15" for SES3, 1.85" for SES6.
- 3 $\mu$ , 10 $\mu$  40 Filtration Available on SES3 Version. 40 $\mu$  Only on SES6 Version.
- 3, 6, and 8 inches Basket Length Available on SES3.
- Weatherproof Black Epoxy Coated Version Available.
- Special Versions Available on Request



### DIMENSIONS



PART NO.	MICRON RATING	AIR FLOW CAPACITY		OIL DISPLACEMENT		A		B		C		D		E		SCREWS
		cfm	m <sup>3</sup> /min	gpm	lpm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	
SES3-03	3	10.0	0.28	72	272	2.17	55	3.14	80	5.32	135	3.15	80	1.90	48	10-32x1/2
SES3-10	10	15.2	0.43	110	416	2.17	55	3.14	80	5.32	135	3.15	80	1.90	48	10-32x1/2
SES3-40	40	26.4	0.75	190	720	2.17	55	3.14	80	5.32	135	3.15	80	1.90	48	10-32x1/2
SES6-40	40	10.0	0.28	72	272	1.89	48	2.44	62	4.41	112	2.05	52	1.14	29	10-32x1/2

### ORDERING INFORMATION

SES3		P	40	S80	D
<b>PRODUCT TYPE</b>		<b>FILTRATION LEVEL</b>		<b>DIPSTICK</b>	
SES3	Standard Air Breather Bayonet	03	3 Micron Paper	D	Dipstick
SES6	Mini Air Breather Bayonet *	10	10 Micron Foam	Blank	No Dipstick
SES3L	Lockable Breather	40	40 Micron Foam	<b>BASKET LENGTH</b>	
<b>PLATING</b>		S80 Standard 80mm			
-	Chrome	S65 Mini Breather Basket (SES 6 only)			
P	Weatherproof	S150 Extended 150mm			
		S200 Extended 200mm			

\*Only 40 $\mu$  available in SES 6 version.

# LEVEL GAUGES SNA TYPE



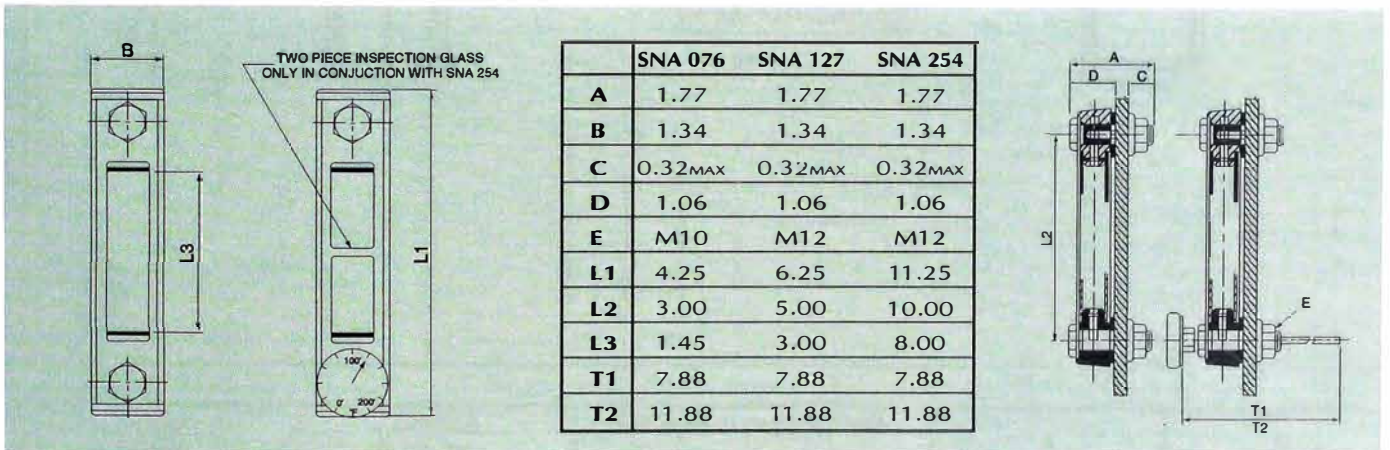
## SPECIFICATIONS

- Black Epoxy Coated Metal Shroud with Polyamid Sight Tube
- Suitable for Use with Mineral and Petroleum Based Hydraulic Fluids, Lubricants and /Gasoline.
- Maximum Operating Temperature 194°F (90°C)
- Thermometer Calibration from -20°F to 180°F (-10°C to 80°C)
- SNA 076 has M10 Bolts as Standard
- SNA 127, SNA 254 has M12 Bolts as Standard
- Tightening Torque 70"/lb (7.9 Nm)

## OPTIONS

- Viton Seals
- Dial Thermometer Available with 7.9 in (200mm) or 11.8 in (300mm) Probe
- Other Special Seals on Request
- Special Customized Scale Plates Available
- 1/2" UNC Bolts Available on SNA 127 and 254
- M12 Bolts Available on SNA 076

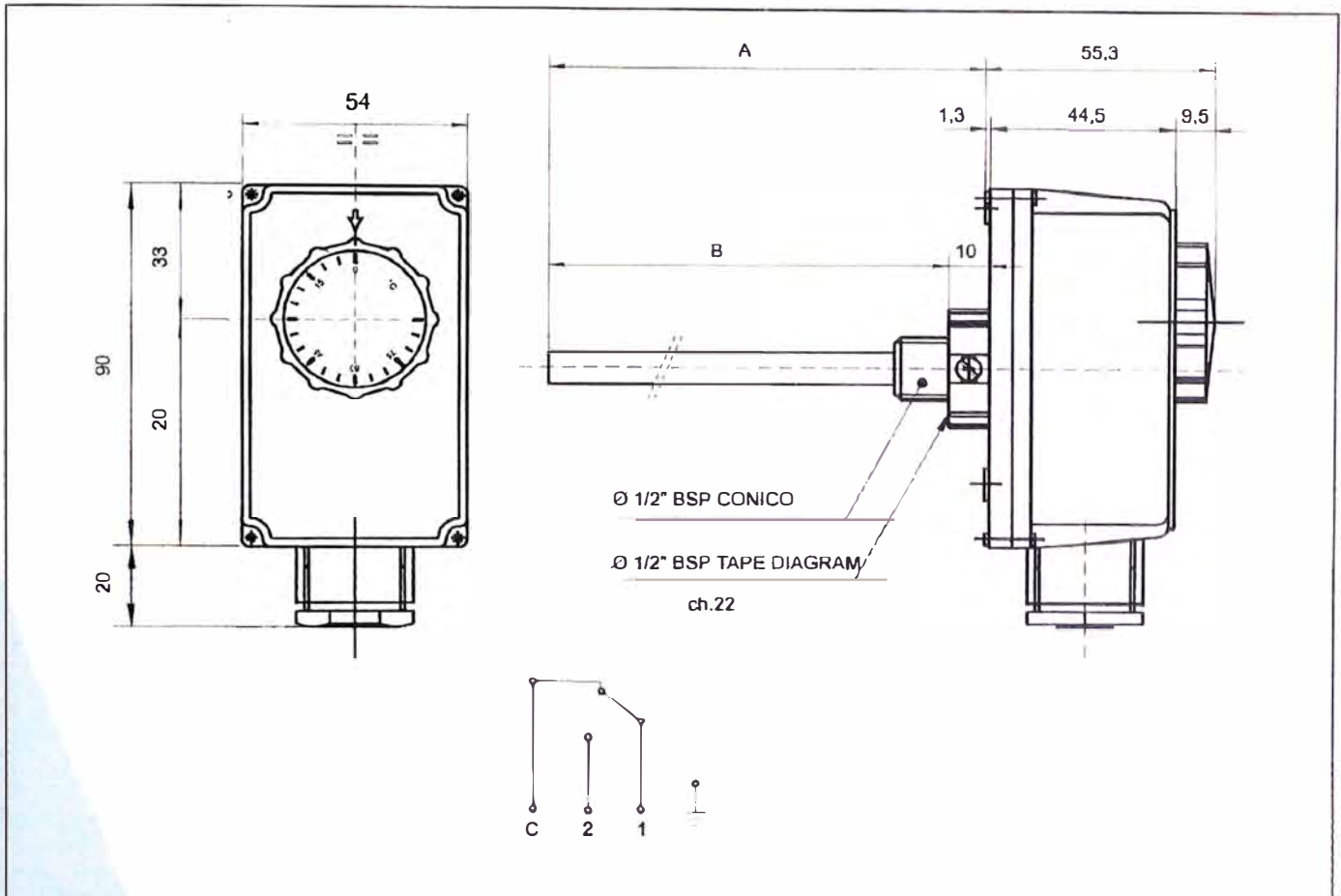
## DIMENSIONS



## ORDERING INFORMATION

SNA 127		B	S	T1	12	O60	
<b>TYPE</b>							<b>THERMO SWITCH</b> (see page 155 for details)
SNA							OMIT Without Thermo Switch
<b>SERIES</b>							O60 TS-SNA/SNK-O-60
076	SNA 076 (3")						O70 TS-SNA/SNK-O-70
127	SNA 127 (5")						O80 TS-SNA/SNK-O-80
254	SNA 254 (10")						
<b>SEAL MATERIAL</b>							<b>BANJO BOLTS</b>
B	NBR (standard)						12 M 12
V	FPM						10 M 10
<b>DESIGN OF SCALE PLATE</b>							U 1/2" UNC
S	With Stauff-Logo						<b>THERMOMETER</b> (Dial thermometer with probe T1/T2 for size M 12 only)
N	Neutral						O Without Thermometer
X	Special executions						T Capillary Tube Thermometer on Scale Plate
							T1 Dial Thermometer With 200 mm Probe
							T2 Dial Thermometer With 300 mm Probe

## TERMOSTATO REGOLABILE TC2 ADJUSTABLE THERMOSTAT TC2



Tipo Type	Codice Code	Campo di regolazione Temperature range	A	B
<b>L 100</b>	<b>0300250</b>	<b>0-90°C</b>	<b>164</b>	<b>100</b>
<b>L 200</b>	<b>0300260</b>	<b>0-90°C</b>	<b>264</b>	<b>200</b>

Termostato ad immersione incasotato ad espansione di liquido, unipolare con contatti in commutazione, completo di guaina di protezione a tenuta stagna.

Unipolar, liquid filled, encased, switch contacts, immersion thermostat, complete with a waterproof protection pocket.

### DATI TECNICI

Differenziale :  $\Delta T$  3°C;  
 Contatti : Ag 1000/1000;  
 Massimo carico sui contatti :  
 Corrente Alternata 250V : 10A;  
 Corrente alternata 380V : 7A;  
 Contatti in interruzione o commutazione;  
 Pressacavo : PG9;  
 Temperatura max. testa : 80°C  
 Temperatura max. bulbo : 130°C  
 Gradiente termico : 1 K/min  
 Grado di protezione : IP 40  
 Classe di prova : II (100.000)

### TECHNICAL DATA

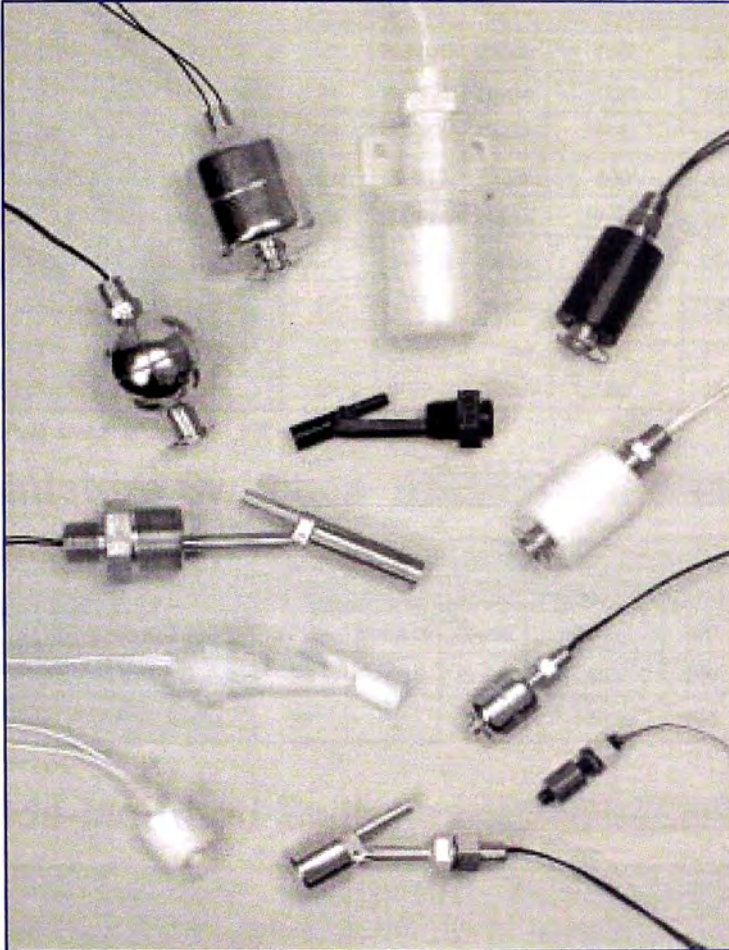
Differential :  $\Delta T$  3°C;  
 Contacts : Ag 1000/1000  
 Maximum contact load :  
 Alternating current 250V : 10A;  
 Alternating current 380V : 7A;  
 Switch of cutoff contacts loading;  
 Fairlead : PG9;  
 Max. head temperature : 80°C;  
 Max. sensing bulb temperature : 130°C;  
 Temperature rate of change : 1 K/min  
 Degree of protection : IP 40  
 Number of automatic cycles : II (100.000)



# Madison<sup>®</sup>

## ***M Series***

### **Single-Level Liquid Level Switches**



*A selection of engineered single-level switches*

Madison Company offers a complete line of Standard and Configured (slightly modified Standard designs) models. These products continue to meet the needs of applications in many markets, at competitive prices. In addition, Madison Company offers the capability to design specific liquid level switches for OEM applications that require unique considerations in materials, configurations and system interfacing.

Engineered designs incorporate over 45 years of experience in liquid level switch applications in a variety of environments and installation configurations. High reliability of the magnetic reed switch technology assures repeatability at an economical price. Our design experience and flexible manufacturing techniques also offer customers many value-added design and assembly options to reduce their product cost.

## ***Features***

- Single-point
- Magnetic reed switch technology
- High reliability
- Wide selection of available materials
- Three basic sizes: full, miniature and subminiature
- Direct interface to controllers available



# M Series Brass Liquid Level Switches

## Full-Size Switches

MODEL NO.	With SLOSH SHIELD	DWG NO.	FLOAT MATL	STEM MATL	MAX TEMP (CELSIUS)	MAX PSIG	FLOAT SG	NOMINAL VA	LEAD WIRES	FITTING	** APPROVALS
M4300	MS4300	21	Buna-N	Brass	105°	150	0.45	60	22 ga. MTW 24"	1/4" NPT	A,B,C
M4300-SPDT	MS4300-SPDT	21	Buna-N	Brass	105°	150	0.45	25*	22 ga. Teflon 24"	1/4" NPT	A,B,C
M4301	MS4301	21	Buna-N	Brass	105°	150	0.45	100	22 ga. MTW 24"	1/4" NPT	A,B,C
M5400	MS5400	21	316SS	Brass	200°	200	0.55	60	22 ga. Teflon 24"	1/4" NPT	A,B,C
M5400-SPDT	MS5400-SPDT	21	316SS	Brass	200°	200	0.55	25*	22 ga. Teflon 24"	1/4" NPT	A,B,C
M5401	MS5401	21	316SS	Brass	200°	200	0.55	100	22 ga. Teflon 24"	1/4" NPT	A,B,C
M8400	MS8400	21	PP	Brass	105°	100	0.75	60	22 ga. MTW 24"	1/4" NPT	A,B,C
M8400-SPDT	MS8400-SPDT	21	PP	Brass	105°	100	0.75	25*	22 ga. Teflon 24"	1/4" NPT	A,B,C
M8401	MS8401	21	PP	Brass	105°	100	0.75	100	22 ga. MTW 24"	1/4" NPT	A,B,C

\* SPDT switch operation PP=Polypropylene

## Miniature Switches

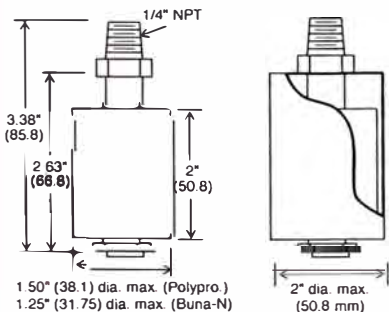
MODEL	With SLOSH SHIELD	DWG NO.	FLOAT MATL	STEM MATL	MAX TEMP (CELSIUS)	MAX PSIG	FLOAT SG	NOMINAL VA	LEAD WIRES	FITTING	** APPROVALS
M4500	MS4500	22	Buna-N	Brass	200°	300	0.70	30	22 ga. Teflon 24"	1/8" NPT	A,B,C
M5040	MS5040	22	316SS	Brass	105°	150	0.45	30	22 ga. Teflon 24"	1/8" NPT	A,B,C
M8040	MS8040	22	PP	Brass	105°	100	0.80	30	22 ga. Teflon 24"	1/8" NPT	A,B,C

PP=Polypropylene

## Side-Mounted Switches

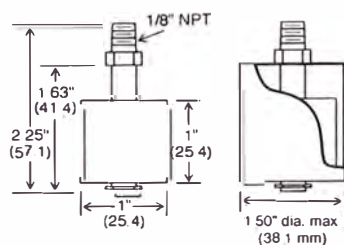
MODEL	With SLOSH SHIELD	DWG NO.	FLOAT MATL	STEM MATL	MAX TEMP (CELSIUS)	MAX PSIG	FLOAT SG	NOMINAL VA	LEAD WIRES	** APPROVALS
M4010	MS4010	23	Buna-N	Brass	105°	100	0.45	30	22 ga. Teflon 24"	A,B,C

DWG No. 21



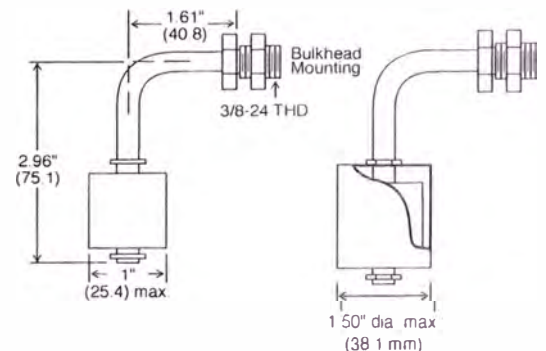
Cutaway Showing Slosh Shield Operation

DWG No. 22



Cutaway Showing Slosh Shield Operation

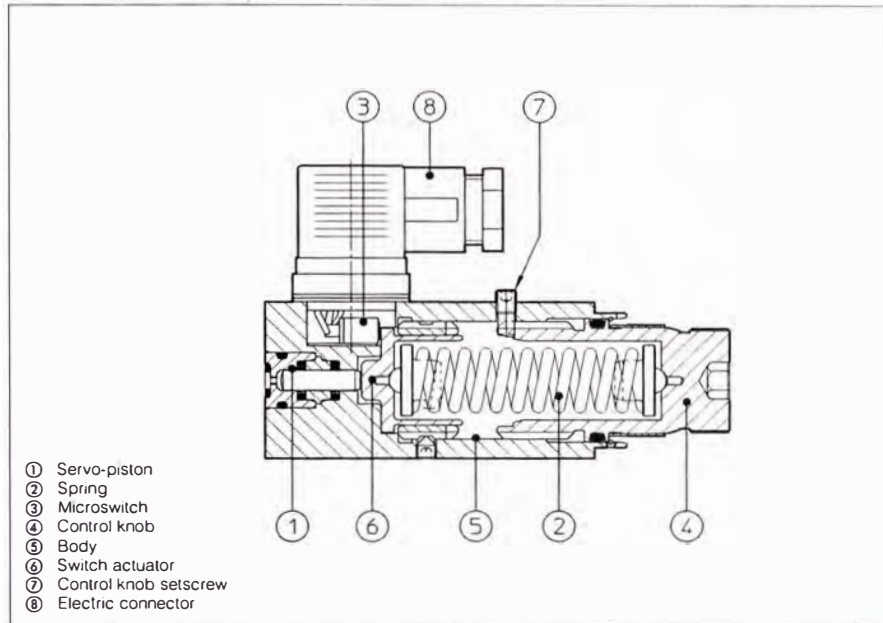
DWG No. 23



Cutaway Showing Slosh Shield Operation

# Pressure switches type MAP

with fixed differential



MAP pressure switches produce an electrical make/break contact which is triggered when pressure in the hydraulic circuit reaches a given setting.

Fluid pressure in the circuit operates a piston ① flitted with adjustable spring bias ②; once the pressure setting is reached, the piston is urged forward so as to actuate a microswitch ③ and make or break its contacts.

The pressure setting is selected by turning a graduated control knob ④.

Clockwise rotation increases the setting pressure.

Pressure switches are designed to operate in hydraulic systems with hydraulic mineral oil or synthetic fluid having similar lubricating characteristics.

Max pressure = 650 bar

## 1 MODEL CODE

<b>MAP</b>	<b>- 160</b>	<b>/M</b>	<b>06</b>	<b>/E</b>	<b>**</b>	<b>/WG</b>
Fixed differential pressure switch						Synthetic fluids WG = water-glycol PE = phosphate ester
Pressure range: 40 = 3 ÷ 40 bar 80 = 4 ÷ 80 bar 160 = 8 ÷ 160 bar 320 = 16 ÷ 320 bar 630 = 32 ÷ 630 bar					Options: E = Common electric contact connected to pin 1 (see section 3)	Design number
Type of adaptor (if required), see section 6 and 7 /M = BMM - adaptor - male fittings /MF = BMF - adaptor - female fittings /F = BFM - adaptor - in line mounting /H = BHM adaptor - modular mounting ISO 4401 size 06 /K = BKM adaptor - modular mounting ISO 4401 size 10			Threated connections for BMM and BFM adaptors, see section 7 BMM 06 = G 1/4' 10 = G 3/8' 15 = G 1/2' BFM 06 = G 1/4' 10 = G 3/8' 15 = G 1/2' 20 = G 3/4' 25 = G 1" 32 = G 1 1/4'			Port to serve for BHM and BKM adaptors, see section 7 11 = port P 12 = port A und B 13 = port A 14 = port B 17 = port P and A 18 = port P and B

Note: special version with gold-plated microswitch contact available on request

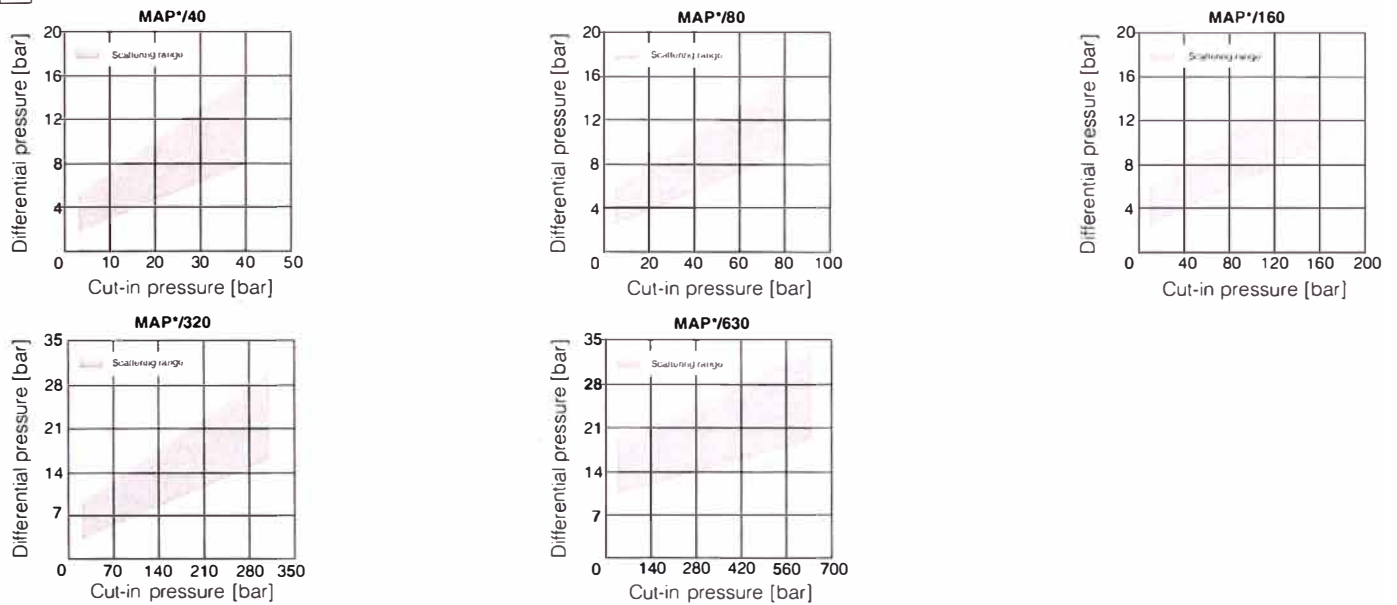
## 2 MAIN CHARACTERISTICS OF PRESSURE SWITCHES TYPE MAP

Assembly position / location	Any position
Subplate surface finishing	Roughness index $\sqrt{Ra}$ flatness ratio 0,01/100 (ISO 1101).
Ambient temperature	from -20°C to +70°C
Fluid	Hydraulic oil as per DIN 51524 - 535; for other fluids see section 1
Recommended viscosity	15 ÷ 100 mm <sup>2</sup> /s at 40°C (ISO VG 15 ÷ 100).
Fluid contamination class	ISO 19/16, achieved with in line filters at 25 $\mu$ value and $\beta_{25} \geq 75$ (recommended)
Fluid temperature	T $\leq$ 80°C; if T $\geq$ 60°C select /PE seals

## 3 MAIN CHARACTERISTICS AND WIRING OF INTERNAL MICROSWITCH

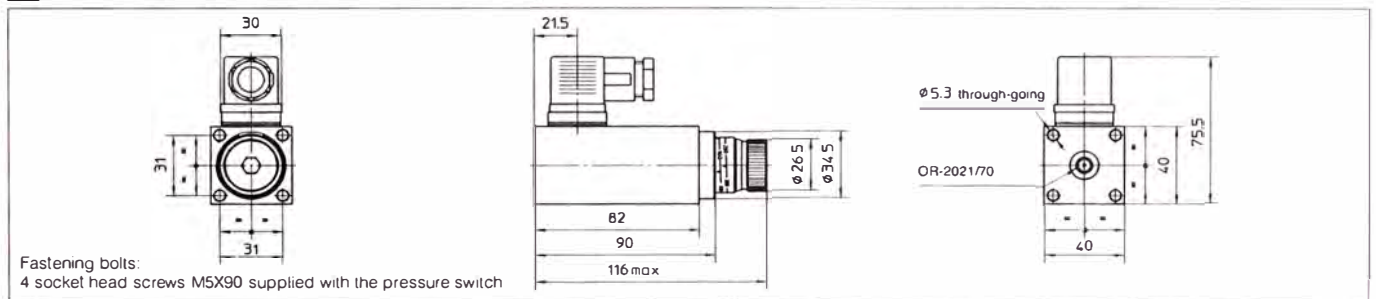
	Supply voltage [V]					Resting position	Pressure operated position
	125 AC	250 AC	30 DC	250 DC			
Max current - resistive load - [A]	7	5	5	0.2	STD		
Max current - inductive load (Cos $\varphi = 0.4$ ) - [A]	4	2	3	0.02			
Insulating resistance	$\geq$ 100 M $\Omega$				/E		
Contact resistance	$\approx$ 15 m $\Omega$						
Electrical life-expectancy	$\geq$ 1.000.000 switchings						
Mechanical life-expectancy	$\geq$ 10.000.000 switchings						

#### 4 DIAGRAMS



The graphs show, according to the set cut-in pressure, the pressure difference between the insert and the at-rest positions of the pressure switch electric contacts.

#### 5 DIMENSIONS OF MAP WITHOUT ADAPTORS [mm]



#### 6 MODEL CODE FOR ADAPTORS WHEN SUPPLIED SEPARATELY

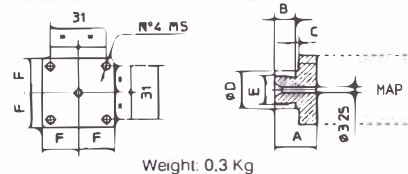
##### BHM

Type of adaptor  
**BMM** = male  
**BMF** = female  
**BFM** = in-line  
**BHM** = ISO 4401 size 06  
**BKM** = ISO 4401 size 10

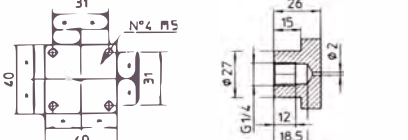
Threated connections for BMM and BFM adaptors, see section 7  
**BMM**  
**06** = G 1/4"  
**10** = G 3/8"  
**15** = G 1/2"  
**BFM**  
**06** = G 1/4"  
**10** = G 3/8"  
**15** = G 1/2"  
**20** = G 3/4"  
**25** = G 1"  
**32** = G 1 1/4"  
 Port to serve for BHM and BKM adaptors, see section 7  
**11** = port P  
**12** = port A and B  
**13** = port A  
**14** = port B  
**17** = port P and A  
**18** = port P and B

#### 7 DIMENSIONS OF ADAPTORS [mm]

##### BMM - Male fittings:

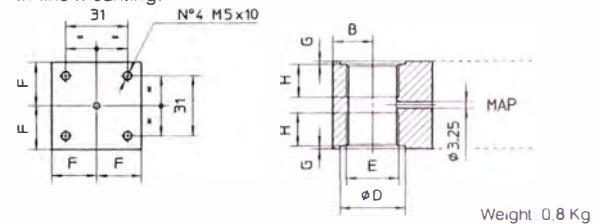


##### BMF - Female fittings:



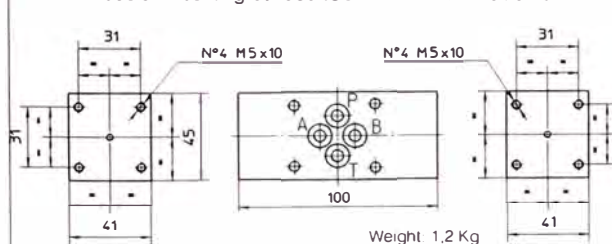
	A	B	C	Ø D	E	F
<b>BMM-06</b>	22,5	11	1,5	18	G 1/4"	20
<b>BMM-10</b>	23,5	11,5	2	22	G 3/8"	20
<b>BMM-15</b>	27,5	15	2,5	26	G 1/2"	20

##### BFM - In-line mounting:

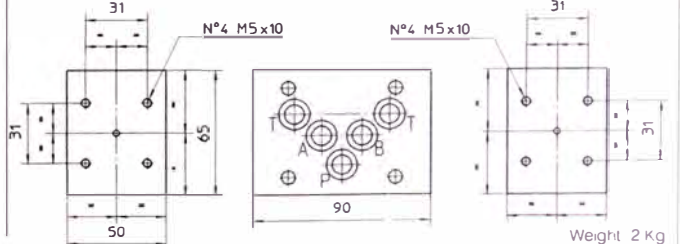


	A	B	Ø D	E	F	G	H
<b>BFM-06</b>	50	20	19	G 1/4"	22,5	1	12
<b>BFM-10</b>	50	20	23	G 3/8"	22,5	1	12
<b>BFM-15</b>	50	20	27	G 1/2"	22,5	1	15
<b>BFM-20</b>	50	20	33	G 3/4"	22,5	1,5	17
<b>BFM-25</b>	70	30	40	G 1"	30	1,5	19
<b>BFM-32</b>	70	30	50	G 1 1/4"	30	1,5	22

##### BHM - Modular mounting surface ISO 4401-AB-03-4 size 06



##### BKM - Modular mounting surface ISO 4401-AC-05-4 size 10



For versions 11 and 13 the pressure switch is mounted on side of port A. For version 14 the pressure switch is mounted on side of port B. For versions 12, 17, 18 the pressure switch is mounted on both sides.