



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y**

**ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**CIRCUITO DE MOTORES HIDRÁULICOS**

**PRESENTADO POR**

**BACHILLER MARCO ANTONIO PARIPANCA MENDEZ**

**ASESOR**

**MGR. EDIBERTO CHURA MENDOZA**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

**MOQUEGUA – PERÚ**

**2018**

## CONTENIDO

<b>PORTADA</b>	<b>Pág.</b>
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de figuras.....	vii
Índice de ecuaciones.....	viii
Índice de apéndices.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO II

#### OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos.....	2

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

3.1.	Historia de los motores hidráulicos. ....	3
3.2.	Concepto de motor .....	4
3.3	Antecedentes del motor.....	4
3.4	Cronología del motor: .....	4
3.5.	Los motores hidráulicos .....	5
3.5.1	Bomba hidráulica .....	5
3.5.2.	Los cilindros hidráulicos .....	5
3.5.3	Motores de pistón.....	6
3.5.4	Motores de pistón radial.....	6
3.5.5	Motor hidráulico.....	7
3.6	Clasificación de motores hidráulicos .....	7
3.6.1.	Motores de engranajes.....	7
3.6.2	Motores de pistones.....	8
3.6.2.1.	Motores de pistones axiales.....	8
3.6.2.2.	Motor de pistones radiales.....	9
3.7.	Parámetros de instalación de los circuito de motores hidráulico .....	10
3.8.	Ventajas y desventajas de circuito de motores hidráulicos .....	11
3.9	Inconvenientes de los circuitos de motores hidráulicos .....	12
3.10.	Fallas principales del circuito de motores hidráulicos .....	12

3.11.	Definición de circuito de motores hidráulicos .....	13
3.12.	Clasificación de circuitos de motores hidráulicos.....	13
3.12.1.	Los motores de cilindrada fija.....	15
3.12.2.	Motores de engranaje.....	15
3.13	Procedimiento del caso práctico.....	15

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1	Conclusiones .....	25
4.2	Recomendaciones .....	27
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	29
	APENDICES.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Motor de engranaje.....	11
Figura 2. Motor de pistones axiales.....	12
Figura 3. Motor de pistones Radiales.....	13
Figura 4. Relacionado entre el caudal par y la potencia.....	21
Figura 5. Plano hidráulico.....	22

## INDICE DE ECUACIONES

	<b>Pág.</b>
Ecuación 1. Volumen volumétrico.....	22
Ecuación 2. Cilindrada de la bomba.....	23
Ecuación 3. Caudal teórico de la bomba de cilindro variable.....	23
Ecuación 4. Caudal de la bomba de cilindro variable.....	25
Ecuación 5. Eficiencia volumétrica de la bomba.....	25
Ecuación 6. Velocidad real del motor hidráulico de la cilindrada fija.....	25
Ecuación 7. Eficiencia volumétrica del motor.....	26
Ecuación 8. Torque del motor hidráulico de cilindro.....	26
Ecuación 9. Presión de ingreso y salida.....	27
Ecuación 10. Torque real motor hidráulico.....	27
Ecuación 11. Recomendación del catálogo EATON.....	27
Ecuación 12. Potencial real del motor hidráulico.....	27

## ÍNDICE DE APÉNDICES

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Simbología.....	30
Apéndice B. Tablas de EATON de transmisión hidrostática .....	36
Apéndice C. Cálculo para máquinas de pistones axiales de placa inclinada .....	40
 <b>Figuras</b>	
Figura A1. Símbolos básicos.....	41
Figura A2. Símbolos funcionales y bombas.....	42
Figura A3. Símbolos de motores y bombas.....	43
Figura A4. Símbolos de válvulas de control y direccionales.....	44
Figura A5. Símbolos de válvulas direccionales y progresivas.....	45
Figura A6. Símbolos de servoválvulas, depósitos y accionamientos.....	46

## RESUMEN

Este circuito hidrostático de lazo cerrado tiene por objetivo transmitir una tracción de vehículo de fuerza y desarrollar el cálculo y la selección del motor para un circuito hidráulico cerrado de un rodillo hidráulico marca Ingersoll Rand. Está compuesto por la bomba y un motor; para transmitir un líquido que va de la bomba al motor y este líquido retorna en dirección a la línea de aspiración de la bomba. En esta transmisión, prácticamente son las más utilizadas, donde se accede a alterar la velocidad del motor, a un tiempo que la bomba obtenga la activación de velocidades constantes, obteniendo una posible acción de variar la cilindrada de esta bomba. Que, por otro lado, normalmente, se inserta la disposición de alterar la dirección de giro de la carga. En esta transmisión de par constante y de potencia variable, en la cual se demuestra en la curva de actividades, en su importancia de variable de la velocidad del motor. En la transmisión se usan para hacer otra alternativa de velocidad de sentido a la carga donde empieza su accionamiento a velocidad constante (por ejemplo, motor eléctrico de corriente alterna), pero también se puede mantener constante la velocidad variable (por ejemplo, un motor térmico). Este caso, los cilindros de la bomba debe variar de forma recíprocamente proporcional a la velocidad de rotación del motor de su movimiento, para que su velocidad de accionamiento de la carga permanezca constante (velocidad de giro del motor hidráulico)

*Palabras clave:* Circuito hidráulico, motor hidráulico, bomba hidráulica, motores axiales, motores de engranaje.



## ABSTRACT

This closed-loop hydrostatic circuit aims to transmit a force vehicle traction and develop the calculation and selection of the engine for a closed hydraulic circuit of an Ingersol Rand hydraulic roller. It is composed of the pump and an engine; to transmit a liquid that goes from the pump to the motor and this liquid returns in the direction of the suction line of the pump. In this transmission, they are practically the most used, where it is possible to alter the speed of the engine, even when the pump obtains the activation of constant speeds, obtaining a possible action of varying the displacement of this pump. That on the other hand, normally, the provision of altering the direction of rotation of the load is inserted. In this transmission of constant torque and variable power, which is shown in the activity curve would, in its importance of engine speed variable. In the transmission they are used to make another speed-of-sense alternative to the load where it starts its drive at constant speed (for example, AC electric motor), but variable speed can also be maintained constant (for example, a heat engine). In this case, the cylinders of the pump must vary reciprocally proportional to the speed of rotation of the motor of its movement, so that its speed of activation of the load remains constant (speed of rotation of the hydraulic motor).

*Keywords:* Hydraulic circuit, hydraulic motor, hydraulic pump, axial motors, gear motors

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

Los motores hidráulicos, son aplicados en la mecánica hidráulica en la ingeniería para construir dispositivos que trabajan a base de fluidos. Un sistema hidráulico soluciona los eventos con la presión del líquido por tuberías abiertos o cerrados.

El principio de Pascal, que establece que la presión aplicada en el punto del fluido se transmite con la misma facilidad intensa en cada punto; los vectores y la fuerza compartida actúan sobre un cuerpo multiplicado en varias fuerzas.

La primera ley de Newton comprende que la aceleración del objeto es proporcional a la fuerza neta a la que está sometida. Si esta fuerza es nula, esta ley no se cumplirá porque no tiene aceleración.

Son numerosas las situaciones en el grado de poner en vuestra consideración el presente trabajo de investigación de carácter descriptivo y cuyo título es: “circuito de motores hidráulico” la finalidad del presente trabajo de investigación es continuar con la formación profesional.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS**

#### **2.1 Objetivo general**

Definir los fundamentos de un circuito de motor hidráulico como factor principal de fuerza y realizar el circuito cerrado compuesto por diferentes componentes mencionados, para la circulación del fluido y puede transportar en ambos sentidos.

#### **2.2 Objetivos específicos**

Definir los fundamentos y los tipos de motores hidráulicos.

Mostrar el cálculo y la selección del motor hidráulico para el caso práctico, relacionar la circulación del fluido que transfiere de la bomba hacia el motor.

Relacionar la selección del factor de cálculo que representa el manual de EATON.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1. Historia de los motores hidráulicos**

En principios de la ciencia se por primera vez fue la jeringa y porque los pasados egipcios, son lo que usaron para disecar a sus momias, la que transformo en una bomba de doble efecto.

Para la 2da. Mitad del siglo XV, Leonardo Da Vinci escribió a sus libros de ciencia que el flujo del agua y canales para ríos, en la cual estableció su experiencia e inicio la observación en la construcción de instalación hidráulicas ejecutadas. Galileo en 1612 elaboro el único estudio sistemático como soporte de la hidráulica

Torricelli (1643) anunció la ley de flujos libre de líquidos a través de huecos, construyo el Barómetro para medir la presión atmosférica.

Pascal, murió a los 39 años de edad, fue un gran científico y matemático del siglo XVII. Era estricto con varios hallazgos importantes, en su reconocimiento con la mecánica de fluidos.

La hidráulica maneja un gran campo en la industria, ha adoptado en ocasiones la denominación más amplia y quizás incorrecta de la hidráulica; se define como la tecnología que trata de la producción, transmisión y control de movimientos y esfuerzos por medio de líquidos a presión, principalmente aceites, con ayuda de elementos eléctricos y electrónicos.

Los accionamientos realizados en las maquinas pueden ser mecánicos, eléctricos electrónicos neumáticos o hidráulicos cada uno de los cuales tienen sus ventajas y sus inconvenientes, habiendo tenerlos en cuenta para seleccionar el más idóneo en cada caso.

### **3.2. Concepto de motores**

El sistema del material que transforma una determinada clase de energía (hidráulica, eléctrica y química etc.) esta máquina dirigirá a producir movimientos expensas de otra fuente de energía.

### **3.3 Antecedentes del motor**

Uno de cada uno de los motores hidráulicos son conocidos, des esta manera forman una fuerza motriz de energía de una masa líquida que baja desde una cierta altura.

La energía es transformada en trabajo útil disponible en el eje de la máquina, durante siglos era una rueda hidráulica y hoy en la fecha es una turbina.

### **3.4 Funcionamiento del motor hidráulico**

Su funcionamiento es pues inverso al de las bombas hidráulicas y es el equivalente rotatorio del cilindro hidráulico. Se emplean sobre todo porque entregan un par muy grande a velocidades de giro pequeñas en comparación con los motores eléctricos.

Existen diversos tipos tanto de motores como de bombas hidráulicas, en algunos modelos se pueden emplear las bombas como motores (cuando éstos giran en un sólo sentido o cuando las bombas están especialmente diseñadas para dicha función) es fundamental verificar que por su diseño, dicha bomba resista la presión.

En todos los motores hidráulicos se recomienda que el drenaje se conecte directamente al depósito, sin pasar por otras líneas de retorno o por filtros que pudieran crear contrapresiones en el drenaje. El mejor método para saber el desgaste interno de un motor hidráulico es midiendo el retorno de carcasa, compararlo con los parámetros del manual y verificar si está en el rango adecuado de trabajo.

### **3.5. Los motores hidráulicos**

El motor hidráulico trabaja con fluidos y emplea la ciencia de la hidráulica. Este motor es un actuador mecánico que permite la transformación de la presión hidráulica en dos desplazamientos angular y torque.

Este fluido que gira y se transporta a baja presión, girando este motor, cuando fluye por los ductos este líquido regresa al depósito. El ciclo regresa y repite así, para que el motor se mantenga en funcionamiento.

#### **3.5.1 Bomba hidráulica**

Esta bomba se utiliza para llevar un fluido, mantiene su forma de fluir en el ciclo, la bomba de engranaje es la forma más simple de las bombas hidráulicas.

La forma de girar rotativamente ayuda a impulsar el aceite desde el ingreso hasta la salida. La bomba de aleta rotativa es otro tipo de bomba hidráulica.

En los distintos tipos de bombas, el fluido es impulsado por medio de un alabe giratorio, que sigue pasando por una bomba de tornillo.

### **3.5.2 Los cilindros hidráulicos**

En las máquinas hidráulicas, el cilindro es utilizado para crear movimientos. La presión es creada por el cilindro cuando el aceite es empujado cuando el aceite es impulsado hacia dentro.

Esta presión impulsada por los cilindros a la vez ejerce en el pistón, que se desliza hacia fuera y a la vez forman un conjunto de varios elementos mecánicos incluyendo diferentes palancas, para la creación de tal movimiento y su articulación.

### **3.5.3. Motores de pistón**

Es un motor de embolo axial trabaja con un cilindro para crear movimientos, este pistón se acopla a un eje rotativo, en la cual el motor de pistón rotativo y la presión que ejerce el pistón impulsa a transformar el rotor en presión.

Cuando el pistón está totalmente expulsado o liberado, el fluido está en un nivel alto permitiendo que el motor gire en el sentido correspondiente.

### **3.5.4 Motores de pistón radial**

Son dos tipos de motor: el de anillo de multi-lóbulo de cámara y el de cigüeñal.

El motor cigüeñal se caracteriza por tener un pistón único que presiona hacia el interior, este motor está marcado por un torque de partida.

El anillo de motor multi-lóbulo de leva posee múltiples lóbulos y un pistón que se desliza exteriormente, en una dirección opuesta a los anillos de la cámara.

Este motor tiene una capacidad de generar una alta potencia y funciona sin tener problemas si es instalado en modos de baja tensión; también se caracteriza por un alto torque de partida y produce una salida leve.

### **3.5.5. Motor hidráulico**

Se denominado como un activador mecánico que transforma una presión hidráulica a los flujos que se desenvuelven en par de torsión y en su desplazamiento angular o de giro.

Este movimiento es invertido en la bomba y va en forma rotatorio del cilindro hidráulico, generalmente se usan porque entrega un par muy grande a la velocidad del cilindro hidráulico.

Un motor hidráulico se clasifica en dos grupos:

Primero: Es tipo rotatorio, porque los engranes son accionados directamente por el aceite hidráulico a presión.

Segundo: Es oscilante, su desplazamiento rotatorio es generado por la acción oscilatoria de un pistón o un percutor, este mantiene la demanda debido a sus mayores eficiencias.

## **3.6 Clasificación de motores hidráulicos**

### **3.6.1 Motores de engranajes**

Se establece en reducción y también giran en doble sentido, pero a la par es pequeño, suelen trabajar en altas velocidades en forma análoga que los motores análogos, su rendimiento disminuye las velocidades.



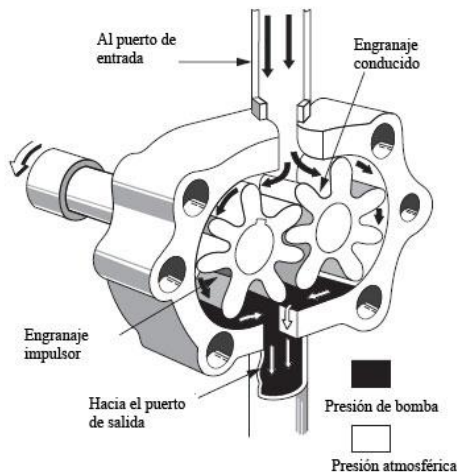


Figura 1. Motores de engranaje

Fuente: Águeda, 2011

### 3.6.2 Motores de pistones

Estos motores son los más usados, ahora que trabajan con mayor potencia y de presiones altas.

#### 3.6.2.1 Motores de pistones axiales.

Los pistones están en la dirección del eje del motor, el fluido ingresa por la base del pistón y la obliga a desplazarse hacia fuera, la cabeza del pistón tiene forma de rodillo y apoya sobre una superficie inclinada, la fuerza que ejerce sobre ella se descompone según la dirección normal y según la dirección tangencial a la superficie.

Esta última componente la obligará a girar, y con ella solidariamente, el eje sobre la que va montada. Variando la inclinación de la placa o el basculamiento entre el eje de entrada y salida se puede variar la cilindrada y con ella el par y la potencia.

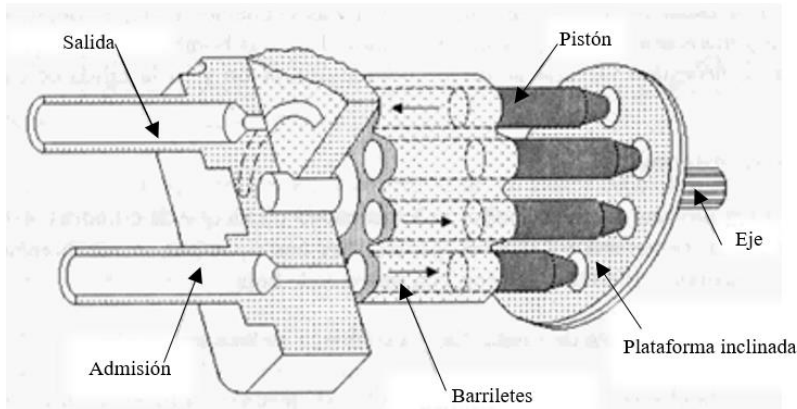


Figura 2. Motores de pistones axiales

Fuente: Águeda, 2011

### 3.6.2.2 Motor de pistones radiales.

Los pistones están en forma perpendicular al eje del motor. Al comienzo la función es totalmente análoga a las aletas que giran axialmente pero en la posición del par se consigue debido a la excentricidad; que está en el componente transversalmente de la fuerza que el pistón está ejerciendo sobre la carcasa sea en las distintas posiciones diametralmente opuestas, dando a lugar a una resultante no nula que esta origina el par de giro.

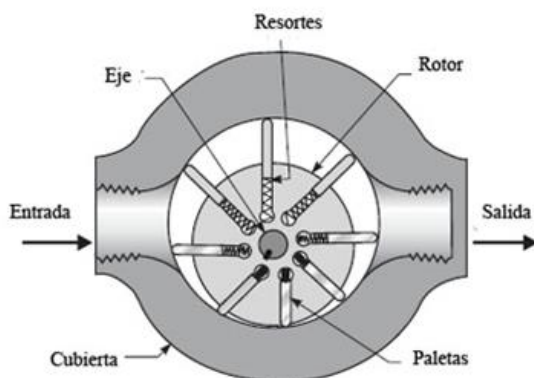


Figura 3. Motor de pistones radiales

Fuente: Águeda, 2011

### **3.7. Parámetros de instalación del circuito de motores hidráulico**

Esta bomba aspira el aceite de la fuente de depósito del colector a través del filtro del lado aspirado y la que bombea hacia la válvula compuerta de presión principal, el funcionamiento de la válvula compuerta de presión principal es gestionado por la válvula reguladora de presión, llamada válvula de presión principal.

Hacia abajo de la válvula compuerta de presión principal un conductor de aceite hacia el lado aspirante de la bomba

El otro conductor de aceite se deriva. Esta derivación conduce hacia el radiador de aceite y vuelve desde ahí a través del filtro de aceite de presión hacia el depósito del colector. La otra derivación conduce al flujo de aceite a presión hacia la válvula compuerta de aceite para refrigeración de los embragues.

Esta presión de trabajo regulada por la valvular que se emplea en el cambio para accionar los embragues del multidisco y cambiar las marchas.

Esta presión de trabajo, es regulada por la válvula que se emplea en el cambio para accionar los embriagues del disco y hace un cambio de marcha.

El enfriador de aceite trabaja con como refrigeración del motor y el filtro de aceite a presión se encuentra en la parte exterior de la caja de cambios.

Esta válvula de descarga está encargada de evitar que la presión de aceite supere los 32 bares de presión

El refrigerante (aceite) se proyecta hacia los piñones a través del tubo surtidor.

### **3.8 Ventajas y desventajas de circuito de motores hidráulicos**

Estos elementos son designados a reemplazar la energía hidráulica en energía rotativa, las ventajas reducidas en cuanto a dimensiones en comparación de con el equivalente eléctrico, ofrece poca energía facilitando el control; que tiene una amplia gama de velocidades y gran potencia de alto rendimiento y poco desgaste porque funciona lubricado.

#### **3.8.1. Ventajas**

- Regulación: es cuando ejerce una fuerza sostenible de manera continua.
- De sobrecarga: los elementos hidráulicos puede sufrir un colapso hasta su parada del equipo y obtener riesgo calentamiento o de sobrecarga.
- Flexibilidad: el fluido hidráulico se va adaptando a los conductos y transmitan un esfuerzo en una barra de acero.
- Simplicidad: son mínimas las partes de un motor que están en movimiento como por ejemplo: la bomba y los cilindros.
- La multiplicación de fuerza: como por ejemplo la prensa hidráulica.

#### **3.8.2. Desventaja**

- Velocidad: Aquí se consigue una velocidad baja en el activador.
- Limpieza: Para operar el aceite, tuberías y los aparatos, como la ubicación de la máquina; en todas las maquinas se optan medidas extremas de limpieza.
- Alta presión: Se debe obligar el mantenimiento efectivo.
- Costo: El motor, las válvulas, la bomba y las válvulas proporcionales y el servo válvulas son costosas en el mercado.

### **3.9 Inconvenientes de los circuitos de motores hidráulicos**

- Limpieza: Para operar el aceite, tuberías y los aparatos, como la ubicación de la máquina; en todas las maquinas se optan medidas extremas de limpieza.
- Alta presión: Implementar el plan de un mantenimiento.
- Precio: El costo del motor, la bomba, válvulas y el servo de válvulas.
- Dificultades mecánicas y daños de la transmisión del fluido.
- Irregularidades de compresión del fluido y la elongación del sistema.

### **3.10. Fallas principales del circuito de motores hidráulicos**

- Sobre calentamiento del fluido. Compresión de salida saturada.
- Moderar el bypass, para que trabaje con la compresión baja.
- El fluido densamente no tiene viscosidad.
- Asignar un fluido normado.
- Mínimo rendimiento de la bomba.
- Verificar el fluido hidráulico y las válvulas.
- Rozamiento irregular de la bomba.
- Confirmar a prueba el montaje y revisar el montaje.
- Cuando el termostato este ´por refrigerar el aceite, examinar que no esté dañado o en condición de bloqueado.
- Mínima cantidad de aceite.
- Agregar una cantidad de aceite en el circuito.
- Insuficiencia en la potencia y bajas perdidas en las averías del bypass.
- Cerciorarse del daño de algún resorte dañado.
- Potencia deficiente de la bomba y el rendimiento deficiente.
- Verificar partes del componente y reemplazarlos.

### **3.11. Definición de circuito de motores hidráulicos**

Un circuito de motores hidráulico consiste en un sistema interconectado de componentes separados que transporta un líquido.

Este funcionamiento es cuando las partes son distanciadas y lineales entre circuitos hidráulicos este sistema funciona mejor cuando los elementos son discretos y lineales.

Analizamos el circuito hidráulico que funciona mejor para tubos de longitud y delgados con bombas separadas y un motor hidráulico independiente, el flujo de procesos químicos o dispositivos de micro escala.

### **3.12. Clasificación de circuitos de motores hidráulicos**

#### **3.12.1. Los motores de cilindrada fija**

Su velocidad sólo se puede variar modificando el caudal de alimentación al motor y al mantener la presión constante y aumentando el caudal de alimentación se tendrá:

- Un par salida es constante.
- La potencia de salida crece con la velocidad.

En los motores de cilindrada variable Se puede variar la cilindrada, variando la velocidad y manteniendo constante la presión

- La par de salida es la minimiza al momento de aumentar la velocidad.
- La potencia de la salida mantiene constante.

Todavía aún prefiere elegir los motores según la tecnología constructiva de los elementos que son desplazados por el líquido, de esta forma podemos clasificar los motores en:

- Motor de engranaje.
- Motor de paleta.
- Motor de pistón.
- El motor de paleta y pistones pueden ser de cilindrada variable.

### **3.12.2 Motores de engranajes**

Tienen las mismas funciones tecnológicas que la bomba. Su resultado inicial de su función es lo contrario a una bomba de engrane.

- Son como un motor de engranaje con piñones internos, externos y de lóbulos.
- Mencionamos que existen motores de lóbulos
- Motores con engranes internos.

## **2.13 Elementos de circuito de motor hidráulico.**

### **2.13.1 Bombas hidráulicas.**

Las bombas hidráulicas son primordial en todo circuito hidráulico, es el único encargado de convertir la energía hidráulica (caudal/presión del flujo hidráulico del circuito.)

### **3.13.2 Clasificación de las bombas hidráulicas**

Para poder ajustar el caudal, estas se diferencian en bombas fijas y bombas de caudal variable

El caudal fijo únicamente entrega la misma cantidad de caudal para determinada velocidad de giro, en la cual fijamos un caudal balanceado, que de alguna manera tendremos que recurrir a variar la velocidad de giro del motor que se impulsa en la bomba.

La de caudal variable es inverso que disponen de un esquema único para una regulación del fluido mantenga su caudal que sea otorgado por la bomba y es independiente la velocidad de giro.

### **3.14 Procedimiento del caso practico**

Circuito hidrostático de lazo cerrado para tracción de vehículos de fuerza y desarrollar el cálculo y la selección del motor para un circuito hidráulico cerrado de un rodillo hidráulico marca Ingersol Rand.

- Está compuesto por la bomba (1) y un motor (2); es cuando la transmisión del líquido va de la bomba al motor y este líquido retorna en dirección de aspiración.
- Limitación de una presión; ambas valvulares limitadoras de presión 3 y 4, limitan la presión en la línea de alta presión que corresponda y evitan así una sobrecarga del circuito. Además adoptan una misión del freno del motor cuando el fluido de la bomba es nula.
- Válvula de revalidación y circuito de alimentación
- La válvula de renovación (5) es una válvula direccional con mando hidráulico. Cuando la bomba (1) se encuentra en posición caudal nulo, la bomba alimentación (6) transporta líquido traspasando por la válvula (5), de la válvula limitadora de presión (7) y del refrigerador (8) hacia el tanque.



- En la válvula (7) se regula la presión de alimentación, que es a su vez el valor de la baja presión del circuito. Generalmente es de 8... 15 bar.
- Cuando la bomba (1) alimenta con fluido al motor (2), la válvula (5) es accionada desde la línea de alimentación (alta presión) y conectada la línea de baja presión con la válvula (7).
- Si activamos la línea izquierda es la de alta presión y que por lo tanto, la válvula de renovación es empujada hacia la derecha. La línea de baja presión (derecha) es conectada con la válvula de presión (7), que es comandada por la presión, comienza a fluir líquido hacia el tanque y simultáneamente la bomba (6) alimenta con fluido de nuevo a la línea de baja presión a través del anti retorno (9) y el anti retorno (10) que se mantiene cerrado por la alta presión.
- Si cambiamos el sentido de la bomba (1), la válvula de renovación es accionada de manera similar y todo el proceso es igual.
- Entonces la válvula de renovación permite renovar el fluido del circuito cerrado lográndose la refrigeración necesaria.
- Los equipos que desarrollan un mismo sistema de transmisión de hidráulica con diferentes tipos de motores, son mencionadas como: cargador frontal, rodillo compactador vibratorio, tractor agrícola, torna tractor, excavadoras de oruga, etc.

Tipo de transmisiones: Con bombas de cilindradas variable y de motor hidráulico de cilindro.

En esta transmisión, prácticamente son las más utilizadas, donde se accede a alterar la velocidad del motor, aun tiempo que la bomba obtenga la activación de velocidades constantes, obteniendo una posible acción de variar la

cilindrada de esta bomba. Que por otro lado, normalmente, se inserta la disposición de alterar la dirección de la carga.

En esta transmisión constante y de potencia variable, en la cual se demuestra en la curva de actividades sería la figura 5, en su importancia de variable de la velocidad del motor.

En la transmisión se usan para hacer otra alternativa de velocidad de sentido a la carga donde empieza su activación una velocidad constante, (motor de corriente alterna), pero también se puede mantener constante la velocidad variable (por ejemplo, un motor térmico).

Los cilindros de la bomba son variables en forma recíproca a la velocidad de rotación del motor a su movimiento, para que su velocidad de activación de la carga permanezca constante, (velocidad de giro del motor hidráulico constante)

El par y la potencia en una transmisión con bomba variable y motor de cilindrada.

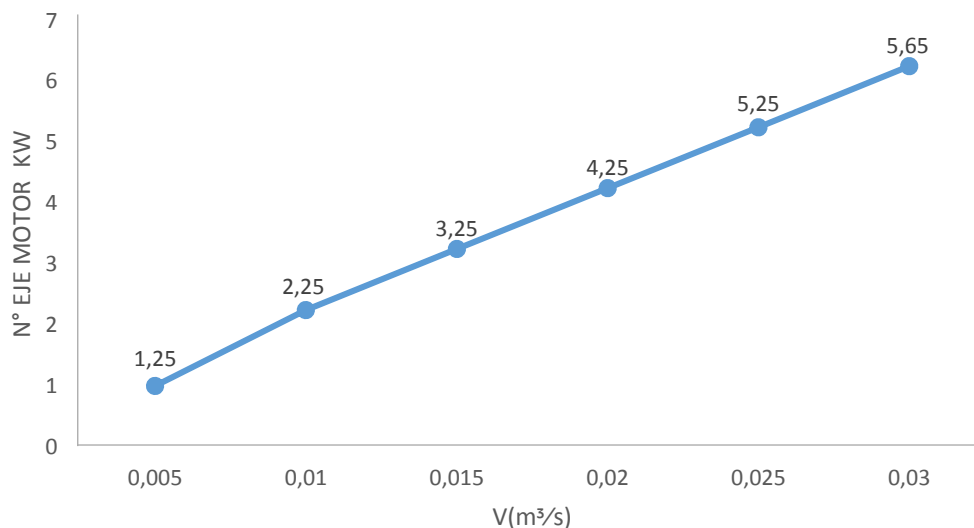


Figura 4. Relación entre potencia del motor y el caudal.

Fuente: Águeda, 2011

Selección de equipo.

Información del circuito hidrostático de lazo cerrado para un rodillo compactador.

Marca: Ingersoll rand

Fuente: Manual de operación y mantenimiento

Modelo: SD – 100/115/140/150 B

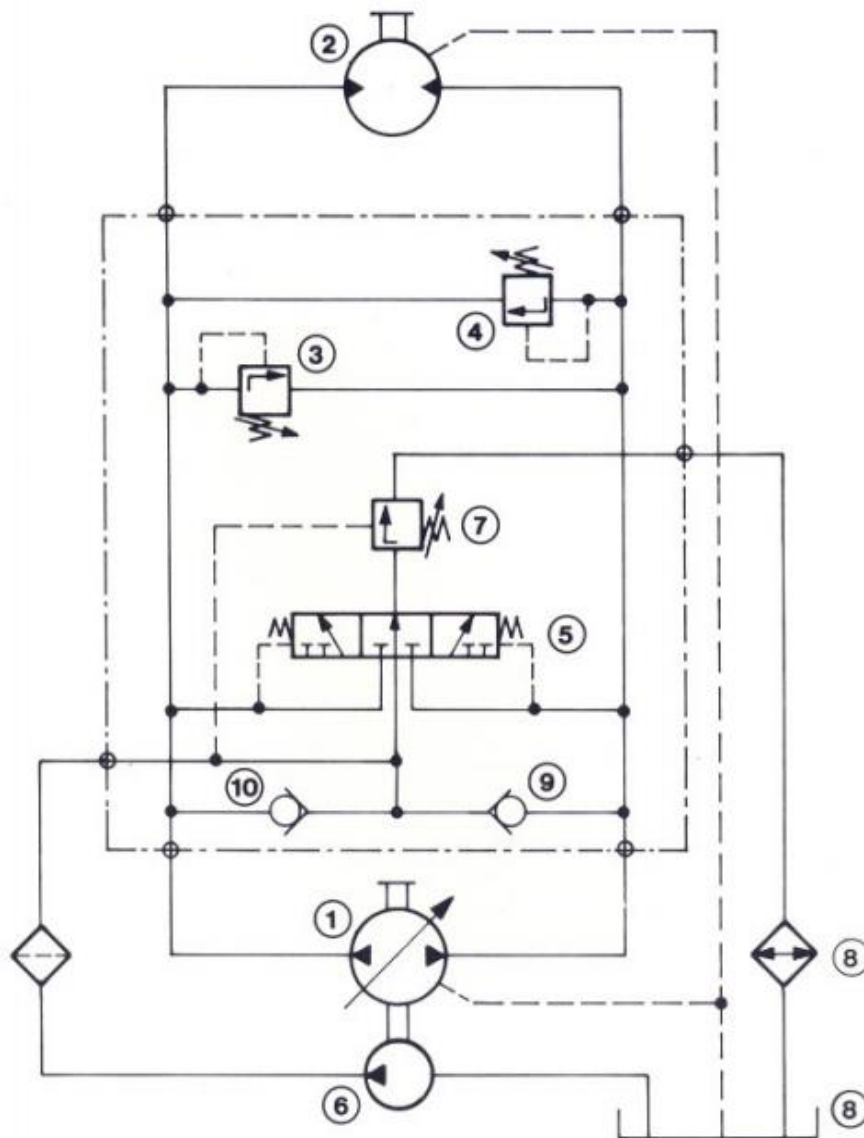


Figura 5. Plano hidráulico

Fuente: Águeda, 2011

Nota: 1 = bomba; 2 = motor; 3 = válvulas limitadores de presión; 4 = válvulas limitadores de presión; 5 = válvulas de renovación; 6 = bomba de alimentación; 7 = v. limitadora de presión; 8 = refrigerador 9 = paso de anti retorno; 10 = paso de anti retorno

Motor hidráulico de cilindrada fija.

a. *Desplazamiento volumétrico o cilindrada.*

- *Cilindrada del motor hidráulico.*

$$V_m = 5,4 \frac{\text{pulg}^3}{\text{vuelta}} = 89,1 \frac{\text{cm}^3}{\text{vuelta}}$$

*Ecuación (1)*

Donde:

$V_m$  = volumen métrico

$\text{Pulg}^3$  = pulgada cubica

b. *Bomba hidráulica de cilindrada variable.*

- *Cilindrada de la bomba.*

$$V_b = \frac{0}{6,10} \frac{\text{pulg}^3}{\text{vuelta}}$$

*Ecuación (2)*

$$V_b = \frac{0}{99,96} \frac{\text{cm}^3}{\text{vuelta}}$$

$V_b = 2\,400$  rpm

Donde:

$V_b$  = Velocidad del eje de la bomba

$\text{Pulg}^3$  = Pulgada cuadrada

Vuelta = Vuelta x  $\text{pulg}^2$

Rpm = Revoluciones por minuto.

Velocidad típica del motor de combustión diésel:  $N = 2\,400$  rpm

Presión del sistema hidrostática.

Presión de regulación en la bomba variable.

$$P1 = 5\ 250 \text{ psi} \quad ; \quad P1 = 350 \text{ Bar}$$

Presión de alta: 350 bar.

Donde:

P1: Presión uno

PSI = Presión por pulgada cuadrada

Presión de regulación en las válvulas de sobre presión.

$$P = 6\ 000 \text{ psi} \quad P = 400 \text{ Bar}$$

$$\text{Presión baja de } 290 \text{ psi} = 20 \text{ Bar}$$

$$\text{Presión de baja: } P2 = 20 \text{ Bar}$$

Donde:

Bar = Unidad de presión

PSI = Presión por pulgada cuadrada

c. *Calculo hidráulico.*

- *Caudal teórico de la bomba de cilindro variable.*

$$Q_{tb} = \frac{V_b \times N_b}{1\ 000} \text{ lpm}$$

*Ecuación (3)*

$$V_b = \frac{0}{99,96} \frac{\text{cm}^3}{\text{vuelta}}$$

$$N_b = 2\ 400 \text{ rpm}$$

$$Q_{tb} = \frac{99,96 \times 2\ 400}{1\ 000} \text{ lpm}$$

$$Q_{tb} = 239 \text{ lpm}$$

Donde:

$Q_{tb}$  = Caudal teórico de la bomba.

$V_b$  = Velocidad del eje de la bomba.

$Cm^3$  = Centímetro cúbico.

$N_b$  = Número de vueltas de la bomba.

Lpm = Litros por minuto

Entonces:

$Q_{tb \text{ máx}} = 239 \text{ lpm}$

$Q_{tb \text{ min}} = 0 \text{ lpm}$

Donde:

$Q_{tb}$  = Caudal teórico de la bomba máximo.

$Q_{tb}$  = Caudal teórico de la bomba mínimo.

Caudal real de la bomba de la cilindrada variable =  $Q_{rb}$

$$Q_{rb} = Q_{tb} \times E_{fb} \quad \text{Ecuación (4)}$$

Eficiencia volumétrica de la bomba:  $E_{fb} = 0,96$

Recomendamos: Catálogo EATON – ver tabla N° 5 del apéndice B

Entonces:

$$Q_{rb} = 239 \times 0,96 \text{ lpm} \quad \text{Ecuación (5)}$$

$$Q_{rb} = 229,4 \text{ lpm}$$

Entonces:

$$Q_{tb \text{ máx}} = 229,4 \text{ lpm}$$

$$Q_{tb \text{ min}} = 0 \text{ lpm}$$

Donde:

Efb = Eficiencia volumétrica de la bomba.

Lpm = Litros por minuto.

d. *Velocidad real del motor hidráulico de cilindrada fija.*

$$N_{rm} = \frac{Q_{rb} \times 1\,000}{V_m} \times E_{fm}$$

*Ecuación (6)*

Donde:

$$V_m = 89,16 \text{ cm}^3/\text{vueltas}$$

$N_{rm}$  = Velocidad real del motor hidráulico de cilindrada fija.

$E_{fm}$  = Eficiencia volumétrica del motor.

Eficiencia volumétrica del motor:  $E_{fm} = 0.97$

Recomendación: Catálogo EATON – ver tabla N° 5 del apéndice B.

$$N_{rm} = \frac{229,4 \times 1\,000}{89,16} \times 0,97$$

*Ecuación (7)*

$$N_{rm} = 2495,7 \text{ rpm}$$

Entonces:

$$N_{rm \text{ máx}} = 2\,495,7 \text{ rpm}$$

$$N_{rm \text{ min}} = 0 \text{ rpm}$$

Donde:

$N_{rm}$  = Velocidad real del motor hidráulico de cilindrada fija.

$N_{rm \text{ max}}$  = Velocidad real del motor hidráulico de cilindrada fija máximo.

$N_{rm \text{ min}}$  = Velocidad real del motor hidráulico de cilindrada fija mínima.

e. *Torque teórico del motor hidráulico de cilindrada fija.*

$$T_{tm} = \frac{V_m \times \Delta p}{20\pi} \times N.m$$

*Ecuación (8)*

$$V_m = 89,16 \text{ cm}^3/\text{vuelta}$$

$$\Delta p = P_1 - P_2$$

Donde:

$T_{tm}$ : Torque teórico del motor hidráulico de cilindrada fija

N.m = Newton por metro

$V_m$  = Velocidad métrica

$P_1$ : Presión de ingreso, alta presión ( $P_1 = 350 \text{ Bar}$ )

$P_2$ : Presión de salida, baja presión ( $P_2 = 20 \text{ Bar}$ )

$$\Delta p = 350 - 20 \text{ Bar}$$

$$\Delta p = 330 \text{ Bar}$$

$$T_{tm} = \frac{89,16 \times 330}{20\pi} \times N.m$$

*Ecuación (9)*

$$T_{tm} = 468,3 \text{ N.m}$$

f. *Torque real del motor hidráulico de cilindrada fija.*

$$T_{rm} = T_{tm} \times E_{fm}$$

*Ecuación (10)*

$$T_{tm} = 468,3 \text{ N.m}$$

Donde:

$T_{rm}$  = Torque real del motor hidráulico de cilindrada fija.

$T_{tm}$  = Torque teórico del motor hidráulico de cilindrada fija

$E_{fm}$  = Eficiencia volumétrica del motor.



Eficiencia mecánica hidráulica del motor  $e_{fm} = 0,95$

Recomendamos: Catálogo EATON – Motores, Bomba Tabla 3.

$$T_{rm} = 468,3 \times 0,95 \quad \text{Ecuación (11)}$$

$$T_{rm} = 444,9 \text{ N}\cdot\text{m}$$

g. *Potencia real del motor hidráulico.*

$$P_r = \frac{T_{rm} \times N_m}{9\,549,7} \text{ Kw} \quad \text{Ecuación (12)}$$

$$P_r = 444,9 \times N_m \text{ (torque constante)}$$

$$P_r = 0 \div 2\,495,7 \text{ rpm (velocidad de giro variable)}$$

$$N_{m \text{ min}} = 0$$

$$N_{m \text{ max}} = 2\,495,7 \text{ rpm}$$

$$P_{r \text{ min}} = 0$$

$$P_{r \text{ max}} = 116,3 \text{ Kw.}$$

Selección del motor hidráulico.

El torque real a la salida del eje del motor hidráulico permanece constante, porque depende de la cilindrada del motor hidráulico que es constante ( $89,16 \text{ cm}^3/\text{vuelta}$ ) la clasificación de presiones también es constante ( $\Delta p = 330 \text{ Bar}$ ) por lo que puede cambiar la velocidad del giro en el eje del motor en el rango de  $(0 \div 2\,495,7)$ .

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones.

**Primera.** Los análisis del circuito hidráulico trabajan muy bien para tubos largos y delgados con un motor hidráulico y la bomba separada, tal como se establece en el sistema de flujo de proceso químico.

**Segunda.** Al seleccionar los componentes oleo hidráulicos respecto a la gran gama de estos, fue necesario un detallado cálculo del sistema, eligiendo cada uno de estos exhaustivamente por las características técnicas, estructurales y funcionales.

**Tercera.** Para las condiciones del torque real a la salida del eje del motor hidráulico permanece constante, porque depende de la cilindrada del motor hidráulico que es constante (89,16 cm<sup>3</sup>/vuelta) la clasificación de presiones también es constante ( $\Delta p = 330$  Bar) por lo que puede cambiar la velocidad del giro en el eje del motor en el rango de (0 ÷ 2495,7 rpm). Al cambiar la potencia en el eje del motor, pero el torque permanece constante “en la cual si cumple la teoría”

**Cuarta.** Estos sistemas se usan para verificar el flujo en sistema de tuberías de enfriamiento en una planta termodinámica u observar la compresión de la fluidez.

#### **4.2 Recomendaciones**

**Primera.** Las recomendaciones para trabajar y conocer su procedimiento de cálculo y aplicación en las diferentes dimensiones que se puedan expresar, es conocer cada una de las funciones del circuito de transmisión, que las formulas y sus valores apropiados deben estar acorde a un manual técnico de limitación de esfuerzos que pueda realizar los motores hidráulicos y las bombas hidráulicas.

**Segunda.** La representación de un circuito hidráulico tanto como el plano y cada uno de los elementos que conforman la transmisión hidráulica deben ser debidamente consultadas con el manual de operación y mantenimiento.

**Tercera.** Otras recomendaciones importantes son el aceite en los circuitos de motores hidráulicos a la vez aportan una cualidad de lubricar y sellar entre las cámaras debido a las mínimas áreas en sus componentes, utilizando debidamente un compuesto fluido por la temperatura.

**Cuarta.** Los aceites a elevada presión se comportan como sólidos y tienen un rango de presión despreciable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Águeda E. (2011). *Automatización industrial*. Madrid. España

Almandoz J. (2015). *Sistemas neumáticos y óleo hidráulicos*. Valencia, España:  
Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

Gonzales P. (2005). *Problemas de óleo hidráulica y neumática*. Oviedo, Asturias  
España: Editorial Universidad de Oviedo.

Hill P. (2002). *Componentes y aplicaciones oleo-hidráulicas*. Limusa, Noriega  
Editorial Mc Graw.