

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRACTICAS CON
APLICACIÓN EN UN BRAZO OLEOHIDRAULICO**

**JULIO CESAR DIAZ MARIÑO
OMAR CAMILO GOMEZ OTERO**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA**

2010

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRACTICAS CON
APLICACIÓN EN UN BRAZO OLEOHIDRAULICO**

**JULIO CESAR DIAZ MARIÑO
OMAR CAMILO GOMEZ OTERO**

**Trabajo de grado para optar el titulo de
Ingeniero Mecánico**

**Director
EDWIN CORDOBA TUTA
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA**

2010

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, abril del 2010

DEDICATORIA

De antemano quiero darle gracias a Dios por brindarme la posibilidad de estudiar en tan grande Universidad y por darme salud y bienestar durante todos los días; además le agradezco a mis padres Héctor A. Gómez S. y Esperanza Otero Q. por nacer en la cuna de una gran familia y enseñarme desde pequeño cada uno de los pasos que debía recorrer a lo largo de la vida, a toda mi familia que directa o indirectamente me colaboraron a lo largo de este proceso académico y personal.

También le doy gracias a personas que aunque no estuvieron conmigo toda la vida pero aparecieron en el momento justo e indicado, Mayito por ser tan especial y acompañarme en cada minuto desde el momento en que te vi y por el amor incondicional y puro que me has brindado; a todos mis amigos que desde el primer día de clase me brindaron su apoyo sincero.

OMAR CAMILO GOMEZ OTERO

DEDICATORIA

Este libro es dedicado a mis padres que durante estos años siempre estuvieron a mi lado como un soporte incondicional, unido con su afecto y cariño me han guiado por el buen camino y han hecho de mí un gran hombre, a mis hermanos con los que siempre he contado como fuente de consejo y consuelo en los momentos amargos, junto con el buen ejemplo que me han dado a través del tiempo. También quiero dedicar este libro a mi novia y amigos ya que me han acompañado durante los buenos y malos momentos permaneciendo junto a mí, a mis maestros que me han brindado su conocimiento con la finalidad de convertirme en un gran profesional y poder desarrollar todas las destrezas que conlleva consigo el ejercicio de nuestra profesión.

JULIO CESAR DÍAZ MARIÑO

AGRADECIMIENTOS

- El Ingeniero Edwin Córdoba Tuta por el magnífico apoyo y colaboración que nos brindo durante la realización del proyecto.
- A Ludwin Casas por su cooperación y disposición durante la puesta en marcha del proyecto.
- A nuestros padres que nos respaldaron durante este largo y ameno trabajo.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1 OBJETIVOS	16
1.1 OBJETIVO GENERAL:	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	16
2 MARCO TEORICO	17
2.1 HIDRÁULICA:	17
2.2 ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN CIRCUITO HIDRÁULICO.	20
2.2.1 Bomba hidráulica	21
2.2.2 Elementos de regulación.	23
2.2.3 Válvulas antirretorno.	25
2.2.4 Válvulas de seguridad.	26
2.2.5 Válvulas reguladoras de caudal.	28
2.2.6 Actuadores.	29
2.2.6.1 Cilindros.	30
2.2.6.2 Motores hidráulicos.	31
2.2.7 Fluido hidráulico.	33
2.2.8 Tuberías hidráulicas.	34
3 METODOLOGIA	35
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	35
3.2 PLANEACIÓN DE DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN	36
3.3 DOCUMENTACIÓN REFERENTE PARA EL DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN	36
3.4 CONOCIMIENTO DE EQUIPOS CON LOS QUE SE CUENTA	36
3.5 DISEÑO BASADO EN EQUIPOS	36
3.6 MODELO EN UN SOFTWARE CAD	37
3.7 PLANOS	37
3.8 COMPRA DE ELEMENTOS FALTANTES	37
3.9 CONSTRUCCIÓN	38
3.10 UBICACIÓN DE ELEMENTOS EN EL BANCO Y CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS	38
3.11 PUESTA EN MARCHA	39
3.12 ELABORACIÓN CUADERNILLO DE PRÁCTICAS	39

3.13	PRUEBAS	40
4	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE COMPONENTES	40
4.1	BANCO DE PRÁCTICAS.	40
4.2	BRAZO HIDRÁULICO.	49
4.3	CUADERNILLO DE PRÁCTICAS.	54
5	CÁLCULOS	56
5.1	CÁLCULO DE FUERZA Y VELOCIDAD EN LOS CILINDROS	56
5.2	CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS EN LOS PASADORES DE LOS CILINDROS	58
5.3	CÁLCULOS PARA LA PALA	63
5.4	CÁLCULO PARA DETERMINAR LA FUERZA W DE VOLCADURA	67
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
6.1	BANCO DE PRÁCTICAS.	69
6.2	BRAZO HIDRÁULICO.	70
6.3	CUADERNILLO DE PRÁCTICAS.	72
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
8	BIBLIOGRAFIA	73

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 Principio de pascal. [3]</i>	17
<i>Figura 2 Diferencia de presión. [3]</i>	18
<i>Figura 3 Bomba de engranajes positivos de alta presión. [3]</i>	21
<i>Figura 4 Bomba centrífuga. [3].</i>	22
<i>Figura 5 Válvula de dos vías de corredera deslizante. [1]</i>	24
<i>Figura 6 Válvula distribuidora de tres posiciones. [1].</i>	25
<i>Figura 7 Símbolo de válvula antirretorno. [3]</i>	26
<i>Figura 8 Válvula antirretorno. [1]</i>	26
<i>Figura 9 Símbolo de Válvula de seguridad. [3]</i>	27
<i>Figura 10 Válvula de seguridad. [1]</i>	27
<i>Figura 11 Símbolo válvula reguladora de caudal. [3]</i>	28
<i>Figura 12 Válvula reguladora de caudal. [1]</i>	29
<i>Figura 13 Símbolo de cilindro de doble efecto. [3]</i>	30
<i>Figura 14 Cilindro de doble efecto. [1]</i>	30
<i>Figura 15 Símbolo de un motor hidráulico. [3]</i>	32
<i>Figura 16 Motor Hidráulico de engranajes. [1]</i>	32
<i>Figura 17 Camino del fluido hidráulico. [1]</i>	34
<i>Figura 18 Tubería hidráulica. [1]</i>	34
<i>Figura 19 banco de práctica.</i>	41
<i>Figura 20 válvulas direccionales</i>	41
<i>Figura 21 bloque de distribución</i>	42
<i>Figura 22 mangueras de conexión.</i>	42
<i>Figura 23 Tanque de aceite.</i>	43
<i>Figura 24 Bomba de engranaje.</i>	43
<i>Figura 25 Motor hidráulico</i>	44
<i>Figura 26 válvula limitadora presión.</i>	44
<i>Figura 27 Filtro.</i>	45
<i>Figura 28 Manómetro.</i>	45
<i>Figura 29 Fuente de voltaje.</i>	46
<i>Figura 30 PLC SIMATIC S7200-222</i>	46
<i>Figura 31 Bornes de conexión</i>	48
<i>Figura 32 Arrancador de la bomba hidráulica</i>	48
<i>Figura 33. Base del brazo</i>	49
<i>Figura 34. Brazo del brazo con soporte</i>	49
<i>Figura 35 Unión de la extensión del brazo con la base</i>	50
<i>Figura 36 Pasadores o ejes.</i>	50

<i>Figura 37</i>	<i>cuchara del brazo hidráulico.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 38</i>	<i>Actuador doble efecto.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 39</i>	<i>Brazo hidráulico construido.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 40</i>	<i>Resultado final del brazo hidráulico construido</i>	<i>53</i>
<i>Figura 41</i>	<i>Circuito hidráulico con contra balance.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 42</i>	<i>Circuito de control de un sistema con contra balance.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 43</i>	<i>Banco de prácticas.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 44</i>	<i>Brazo hidráulico.</i>	<i>70</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Principales elementos hidráulicos.[6]</i>	<u>20</u>
<i>Tabla 2. Clase de Bombas hidrostáticas.[2]</i>	<u>23</u>
<i>Tabla 3. Válvulas de uso frecuente [2]</i>	<u>24</u>
<i>Tabla 4. Especificaciones del PLC S7-200 CPU 222 [8]</i>	<u>47</u>
<i>Tabla 5. Resultados de valores de fuerza y velocidad.</i>	<u>57</u>
<i>Tabla 6. Resultado de fuerzas de la pala</i>	<u>66</u>
<i>Tabla 7. Prácticas de laboratorio.</i>	<u>72</u>

LISTA DE ANEXOS

- A.** Evidencias de construcción.
- B.** Planos.
- C.** Especificaciones de elementos.

RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRACTICAS CON APLICACIÓN EN UN BRAZO OLEOHIDRAULICO

AUTORES: JULIO CESAR DIAZ MARIÑO
OMAR CAMILO GOMEZ OTERO

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR: Edwin J. Córdoba Tuta

RESUMEN:

El proyecto de diseño y construcción de un banco de prácticas con aplicación en un brazo hidráulico se realiza con la finalidad de implementar el laboratorio de sistemas oleohidráulicos dentro de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, con el fin de que los estudiantes puedan validar de manera sencilla los conceptos que se muestran en la parte teórica de la materia. Este proyecto hace uso de los elementos principales de un circuito hidráulico que se puede encontrar en algunas industrias como bombas, filtros, manómetros, válvulas direccionales, válvulas de seguridad, válvulas antirretorno, válvulas reguladoras de caudal, presión, actuadores y un motor hidráulico. El banco presenta un nemónico de retroexcavadora hidráulica para que el estudiante se familiarice con una aplicación real, además se desarrollo un cuadernillo de guías de laboratorio en el que se especifican diferentes montajes hidráulicos acompañados de la parte de control, ya que el banco está basado en un controlador lógico programable (PLC).

PALABRAS CLAVES:

Banco de Oleohidráulica, PLC, Laboratorio, automatización, Hidráulica

GENERAL SUMMARY

TITLE: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TEST BENCH WITH APPLICATION IN AN OLEOHYDRAULIC ARM.

AUTHOR: JULIO CESAR DIAZ MARIÑO
OMAR CAMILO GOMEZ OTERO

FACULTY: Mechanical Engineering

DIRECTOR: Edwin J. Córdoba Tuta

SUMMARY:

The project of design and construction of a test bench with application in a hydraulic arm is realized with the purpose of implementing the oleohydraulics system laboratory in the Pontificia Bolivariana University, in order that the students can validate in simple way the concepts that appear in the theoretical part of the subject. This project uses the principal elements of a hydraulic circuit that can be in some industries like bombs, filters, gauges, directional valves, safeties valves, ant return valves, wealth regulatory valves, pressure, cylinders and hydraulic engine. The bench presents a similar of hydraulic backhoe in order that the student familiarizes himself with a real application, also develop guides book which contains different and specified hydraulic assemblies accompanied with a control part, because the bench is based on a logical programmable controller (PLC).

KEY WORDS:

Oleohydraulic test bench, PLC, Laboratory, automation, Hydraulic.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas hidráulicos son de gran importancia en aplicaciones industriales donde requieren grandes fuerzas, siendo por lo tanto un campo muy importante en la Ingeniería Mecánica. Con el desarrollo de este proyecto se pretende que los estudiantes de la asignatura Sistemas neumáticos y oleohidráulicos puedan interactuar con diferentes aplicaciones y montajes.

Anteriormente la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga no contaba con laboratorio para realizar las prácticas de oleohidráulica, este laboratorio se impartía en el SENA utilizando elementos didácticos y no se hacía uso de elementos industriales reales que se consiguen en la industria. Aunque en el mercado existen empresas que suministran bancos oleohidráulicos para la enseñanza, estos bancos son relativamente muy costosos y trabajan con equipos y elementos enfocados para la enseñanza-didáctica.

Con el fin de independizar los laboratorios de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga del SENA, se gestionó la propuesta de implementar un laboratorio de oleohidráulica donde se ofreciera a los estudiantes de la asignatura, los elementos básicos y necesarios para reforzar los conocimientos adquiridos. Por tal motivo se diseñó y construyó un banco de prácticas con aplicación en un brazo hidráulico, usando elementos de tipo industrial y haciendo uso de un controlador lógico programable (PLC) para la coordinación de los movimientos.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar y construir un banco de prácticas con una aplicación de un brazo hidráulico, aplicando las leyes que rigen la hidráulica para determinar las características de funcionamiento y construcción de estos, con el fin de implementar el laboratorio de la materia de sistemas neumáticos y oleohidráulicos de la universidad pontificia bolivariana.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diseñar y construir el banco de prácticas para implementar el laboratorio de la materia de sistemas neumáticos y oleohidráulicos de acuerdo a las necesidades didácticas para conceptualizar las leyes que rigen la hidráulica.
- Diseñar y construir el brazo hidráulico para implementar el laboratorio de la materia de sistemas neumáticos y oleohidráulicos basado en las características de los brazos reales de acuerdo a los principios hidráulicos.
- Realizar las guías de montajes para cada una de las prácticas del laboratorio, llevando a cabo 10 montajes con el fin de comprobar el correcto funcionamiento de los elementos y documentarlos para realizar el cuadernillo de guías del laboratorio.

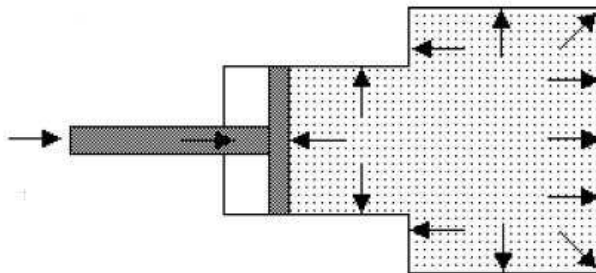
2 MARCO TEORICO

2.1 HIDRÁULICA:

El estudio de la hidráulica trata del uso y las características de los líquidos, desde tiempos primitivos el hombre ha utilizado la hidráulica para su beneficio, pero la rama de la hidráulica que es de nuestro interés solo comienza en el siglo XVII basada en un principio descubierto por un científico Francés de apellido Pascal el cual se refiere al empleo de los fluidos confinados para transmitir energía, multiplicando la fuerza y modificando el movimiento, ya en el siglo XX se descubrió que el empleo de aceites minerales en lugar de agua facilitaba la lubricación de las piezas móviles de los componentes del sistema, al tiempo que se disminuía la oxidación de los mismos y las fugas de fluido, de ahí el nombre de Oleo-hidráulica o Hidráulica de aceite.[1]

La fluídica es una de las ramas de la ingeniería encargada de estudiar la presión y el caudal de los fluidos junto con sus aplicaciones que se divide en hidráulica de agua o de aceite (oleohidráulica) y neumática cuando este fluido es un gas. El principio precursor de la oleohidráulica es el principio de pascal (ver Figura 1) que enuncia “la presión aplicada a un liquido confinado se transmite en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales” Una fuerza F que actúa uniformemente sobre una superficie S crea cierta presión. Dicha presión, P , es igual a la fuerza F dividida en el área S donde se aplica.[6]

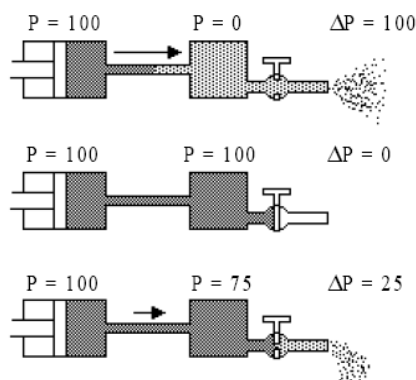
Figura 1 Principio de pascal. [3]



La hidráulica es una ciencia que estudia la transmisión de la energía impulsando un líquido, que es solo un medio de transmisión, no una fuente de potencia que sería el accionador primario (bomba), la energía generada por la fuente primaria es transmitida al fluido el cual la transporta hasta el punto requerido y luego la convierte otra vez en energía mecánica por medio de un accionador (cilindros, motores hidráulicos, otros) En los sistemas hidráulicos y neumáticos la energía es transmitida a través de tuberías. Esta energía es función del caudal y presión del aire o aceite que circula en el sistema.[1]

Para determinar la fuerza total ejercida sobre una superficie es necesario conocer la presión o fuerza sobre la unidad de área o conjunto de estas que actúan perpendicularmente sobre una superficie y que se distribuyen con uniformidad sobre el área, según pascal las fuerzas son iguales en todos los puntos, Otro factor importante es el caudal, que es el volumen del fluido sobre la unidad de tiempo que circula por un punto determinado; un concepto que también se debe tener en cuenta es la diferencia de presión (ver Figura 2) que su nombre lo indica es la diferencia entre las presiones de dos puntos de un sistema, si no hay diferencia de presión entre dos puntos tampoco habrá circulación de fluido entre ellos.[3]

Figura 2 Diferencia de presión. [3]



En un sistema hidráulico el caudal y la presión son factores independientes y afectan cada uno de ellos distintas funciones del sistema como velocidad y fuerza, la viscosidad se convierte en otro punto a tener en cuenta en un diseño hidráulico ya que esta es la fuerza necesaria para deslizar una capa líquida monocular sobre otra paralela de la misma área venciendo el rozamiento entre ellas en los líquidos la viscosidad depende de la temperatura.[2]

La hidráulica estudia la transmisión de la energía empujando un líquido, la energía generada por una fuente primaria es decir una bomba es transmitida al fluido que la transporta hasta el punto donde es requerida y donde después es convertida en energía mecánica a través de un actuador, estos accionadores que convierten la energía hidráulica en mecánica pueden ser motores o cilindros dependiendo si desea obtener un movimiento rotativo o lineal, entre la bomba y los actuadores se debe colocar los elementos de regulación y control necesarios para el correcto funcionamiento del circuito.[3]

Para un circuito hidráulico la variación de velocidad es muy sencilla de controlar, para esto se utilizan elementos de regulación de caudal como válvulas o con el empleo de bombas o motores de caudal variable, mientras que si emplease un motor eléctrico se haría necesario que este fuese de corriente continua o instalar un complejo sistema de transmisión.[3]

La reversibilidad es un factor a favor de un sistema hidráulico ya que pocos accionadores primarios permiten el cambio de sentido de marcha sin imponer un apagado absoluto o una desaceleración completa del sistema, hidráulicamente la inversión del sistema se realiza instantáneamente con la utilización de una válvula direccional o una bomba de caudal reverso. En un sistema hidráulico la válvula de seguridad y los amortiguadores lo protegen de sobrecargas y sobrepresiones que puedan dañar el sistema. Además la transmisión hidráulica permite el bloqueo o paro brusco de cualquier movimiento así como el arranque en carga.[1]

2.2 ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN CIRCUITO HIDRÁULICO.

Los componentes de un sistema son los dispositivos que permiten un correcto control, funcionamiento y mantenimiento del mismo, como lo son las bombas, los elementos de regulación y control, y los actuadores. Una representación de los símbolos de elementos hidráulicos se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales elementos hidráulicos.[6]

Símbolo	Nombre
	Válvula direccional 2/2
	Válvula direccional 3/2
	Válvula direccional 4/2
	Válvula direccional 5/2
	Cilindro doble efecto
	Cilindro simple efecto
	Cilindro lineal
	Cilindro multiposicional
	Válvula reguladora de presión
	Válvula reguladora de caudal con antirretorno



manómetro

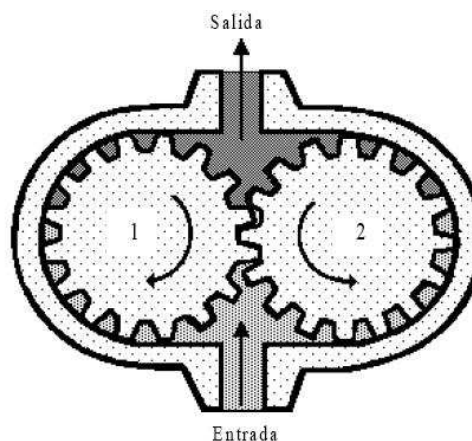


Válvula reguladora de caudal

2.2.1 Bomba hidráulica

Las bombas son elementos destinados a elevar un fluido desde un nivel determinado a otro más alto o bien a convertir la energía mecánica en hidráulica. Una bomba hidráulica es un dispositivo tal, que recibiendo energía mecánica de una fuente exterior, la transforma en una energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente a esa presión.[3] (ver Figura 3)

Figura 3 Bomba de engranajes positivos de alta presión. [3]

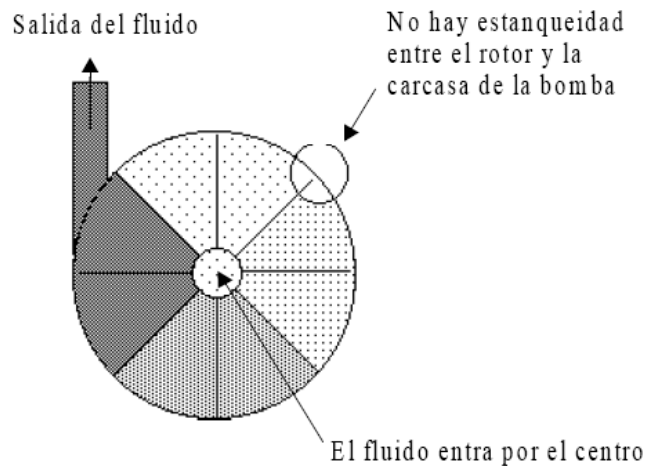


Las bombas pueden ser de desplazamiento positivo y no positivo, las de desplazamiento positivo o hidrostáticas transforman la energía mecánica en hidráulica su acción mecánica crea un vacío en la línea de aspiración que permite a la presión atmosférica forzar el líquido del depósito hacia el interior de la bomba en segundo lugar su acción mecánica hace que el líquido vaya hacia el orificio de salida forzándolo a introducirse en el sistema hidráulico. Una bomba genera movimiento del líquido o caudal pero no genera presión la cual se crea de acuerdo a las restricciones que el fluido encuentra a su paso por el sistema. Este tipo de bomba suministra siempre la misma cantidad de

líquido en cada ciclo o revolución del elemento de bombeo, independientemente de la presión que encuentre el líquido a la salida la homogeneidad del caudal por cada ciclo es debido a pequeñas tolerancias existentes entre el mecanismo de bombeo y la carcasa de la bomba.[1]

En las bombas de desplazamiento no positivo o hidrodinámicas la energía entregada al fluido es cinética, funciona generalmente mediante fuerza centrífuga por lo cual el fluido entra a la bomba por el eje de la misma y es expulsada hacia el exterior por medio de un elemento que gira a gran velocidad, este tipo de bombas (ver Figura 4) no dispone de sistemas de estanqueidad entre los orificios de entrada y salida, ello produce un caudal variable en función de la contrapresión que encuentra el fluido a su salida, si se bloquea la salida de la bomba el caudal desciende hasta cero y la presión no aumenta aunque se encuentre en movimiento.[3]

Figura 4 Bomba centrífuga. [3].



La vida de una bomba viene determinada por el tiempo de trabajo desde el momento en que se instala hasta que su rendimiento volumétrico se reduce a un valor inaceptable, este punto varía de acuerdo a la aplicación de la misma, para dar un ejemplo existen instalaciones en las que el rendimiento no debe ser inferior al 90%, mientras que para otros casos se aprovecha la bomba donde el rendimiento ha disminuido hasta un 50%, otro factor que influye con

gran importancia en la vida útil de este dispositivo es el nivel de contaminación del fluido con el que se está trabajando.[3]

Existe gran variedad de bombas de desplazamiento positivo dependiendo de la aplicación y condiciones operativas, en la tabla 2 se muestra algunos tipos de estas bombas.

Tabla 2. Clase de Bombas hidrostáticas.[2]

DESPLAZAMIENTO	MODELOS	
HIDROSTATICAS	paletas	
Desplazamiento positivo	pistones	<ul style="list-style-type: none"> • Radiales • Axiales
	engranajes	<ul style="list-style-type: none"> • externos • internos

2.2.2 Elementos de regulación.

Todo circuito hidráulico necesita una serie de elementos para regular y controlar los parámetros de presión y cauda, así como de dirigir el flujo en uno u otro sentido según las necesidades, para esto se cuenta con una gran cantidad de válvulas para realizar cada función específica, tales como válvulas reguladoras de presión, válvulas direccionales, válvulas de caudal, y válvulas de seguridad.

Las válvulas direccionales se usan para controlar la dirección del caudal, estas varían de acuerdo a su construcción y funcionamiento, y se clasifican; según el tipo[1] :

- Tipo de elemento interno, obturador (pistón o esfera), corredera rotativa o deslizante. (Ver Figura 5).
- Métodos de actuación, levas, émbolos, palancas manuales, mecánicos solenoides eléctricos, presión hidráulica y otros incluyendo combinaciones de estos:
- Numero de vías, dos vías, tres vías, cuatro vías. (ver Figura 6).

- Tamaño, tamaño nominal de las tuberías conectadas a la válvula o su placa de base, o caudal nominal.
- Conexiones. Roscas cónicas, roscas cilíndricas, bridas y placas bases.

La mayoría de las válvulas industriales son de posición definida, es decir controlan el paso del caudal abriendo o cerrando pasajes en posiciones definidas de la válvula. Las válvulas más usadas en la hidráulica están referenciadas en la tabla 3.

Tabla 3. Válvulas de uso frecuente [2]

VÁLVULAS	
DE CONTROL DE CAUDAL	DE CONTROL DE LA PRESIÓN
<input type="checkbox"/> Antirretorno	<input type="checkbox"/> Reguladora de presión o
<input type="checkbox"/> Antirretorno pilotada	Reductora de presión
<input type="checkbox"/> Reguladora de caudal	<input type="checkbox"/> Limitadora de presión
<input type="checkbox"/> Reguladora de caudal variable	<input type="checkbox"/> De secuencia
<input type="checkbox"/> Reguladora de caudal constante	
<input type="checkbox"/> Reguladora de caudal unidireccional	

Figura 5 Válvula de dos vías de corredera deslizante. [1]

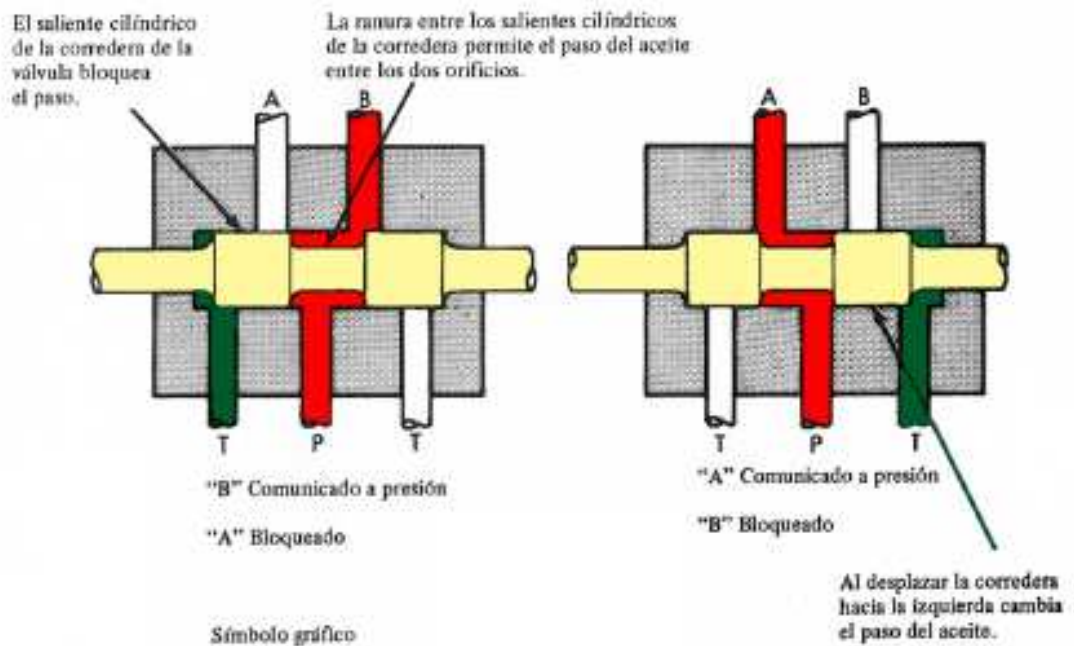
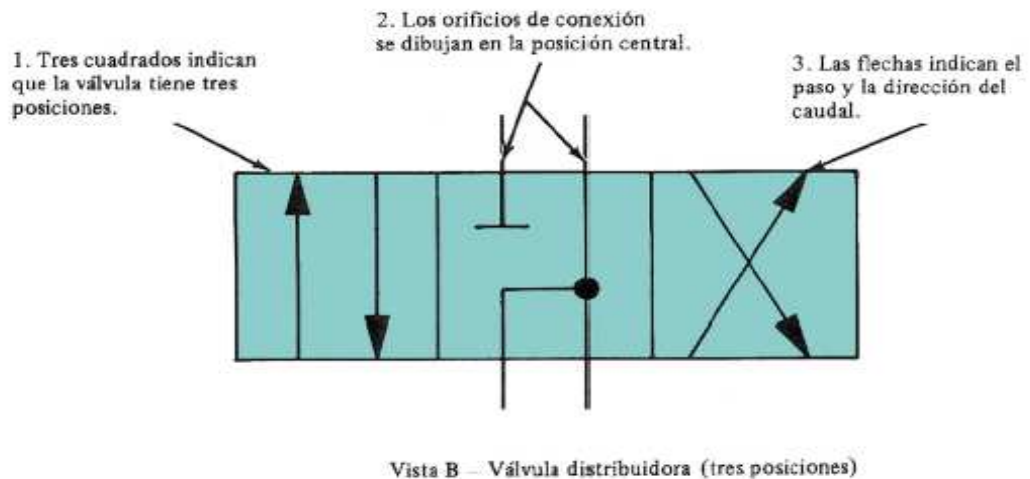


Figura 6 Válvula distribidora de tres posiciones. [1].



2.2.3 Válvulas antirretorno.

Esta puede funcionar como control direccional o como control de presión. Mas sin embargo una válvula antirretorno (ver símbolo en la Figura 7) no es más que una válvula direccional de una sola vía, permite el paso libre de aceite en una dirección y lo bloquea en otra. Mientras la presión del fluido

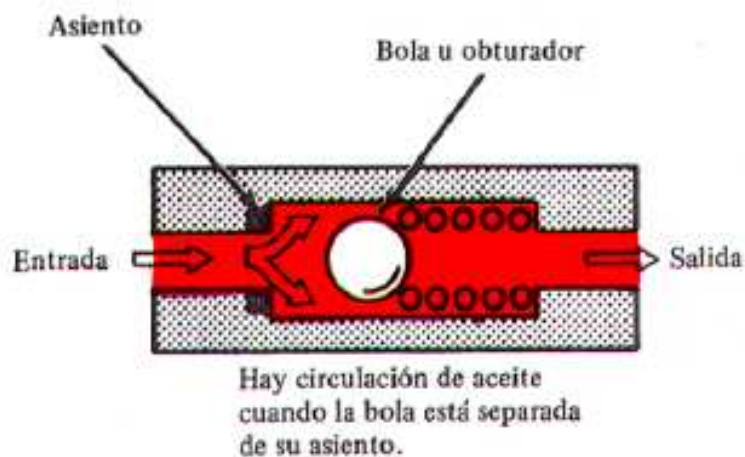
actúe en contrapresión a la del muelle, este se abrirá permitiendo el paso del fluido en la dirección hacia la vía opuesta sin embargo, si la presión entra a la válvula por la parte del muelle, esta presión se suma a la ejercida por el muelle bloqueando totalmente el paso y evitando que el fluido pueda ir en sentido contrario al anterior.[2] (ver Figura 8)

Las Válvulas Antirretorno pueden ser; antirretorno en línea, en ángulo recto, con retorno restringido, antirretorno pilotadas (4C, 2C)

Figura 7 Símbolo de válvula antirretorno. [3]



Figura 8 Válvula antirretorno. [1]



2.2.4 Válvulas de seguridad.

Esta válvula se conecta entre la línea de presión y el tanque con el fin de limitar la presión del sistema a hasta un punto predeterminado mediante la desviación de parte o de todo el caudal entregado por la bomba hacia en tanque cuando se alcanza la presión a la cual se ajusto la válvula.(ver Figura 9). Estas válvulas cuentan con un margen de sobre presión que es la presión a la cual empieza a actuar la válvula es decir comienza a desviar

caudal al tanque denominada presión de apertura a medida que el caudal aumenta el obturador se aleja de su base.[2][3]

Las válvulas de seguridad se clasifican en; de seguridad simple, de seguridad compuesta, válvulas tipo R (válvulas de descarga tipo R, secuencia tipo R, de secuencia tipo RC, de secuencia pilotada externamente, de equilibraje tipo RC, válvula de frenado tipo RC), válvulas de secuencia compuestas (de secuencia tipos X y Y), válvulas reductoras de presión (de acción directa, válvulas reductoras pilotadas, válvula de seguridad y descarga).[6] (ver Figura 10).

Figura 9 Símbolo de Válvula de seguridad. [3]

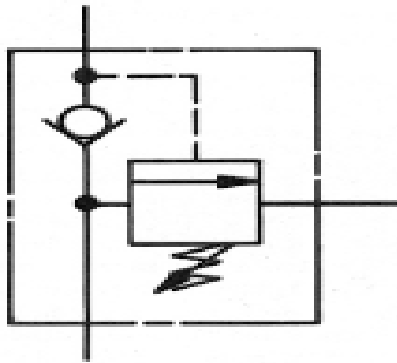
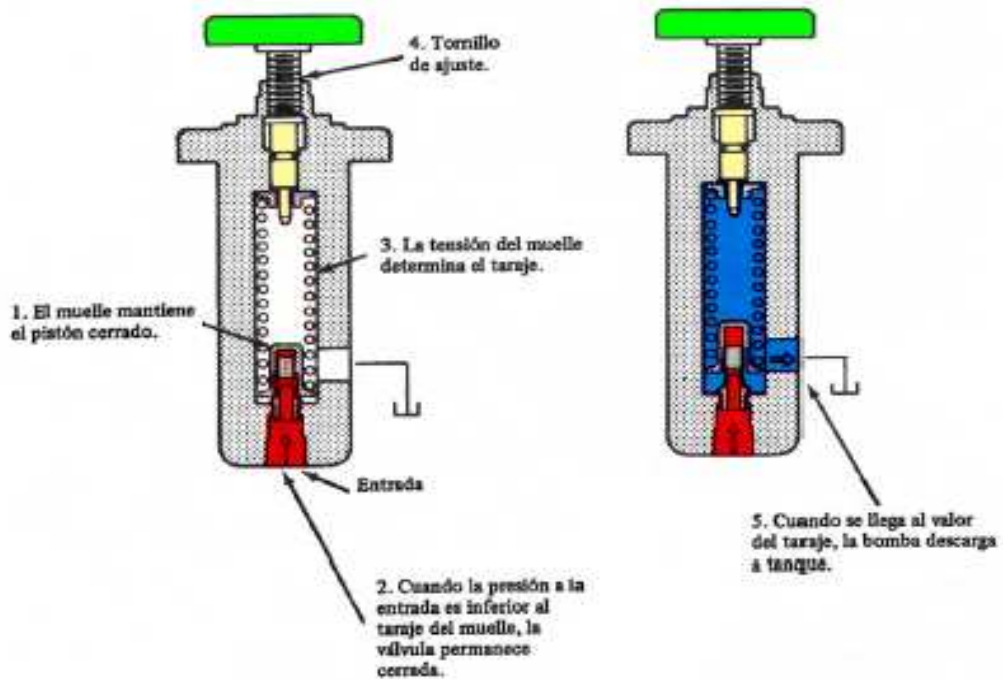


Figura 10 Válvula de seguridad. [1]



2.2.5 Válvulas reguladoras de caudal.

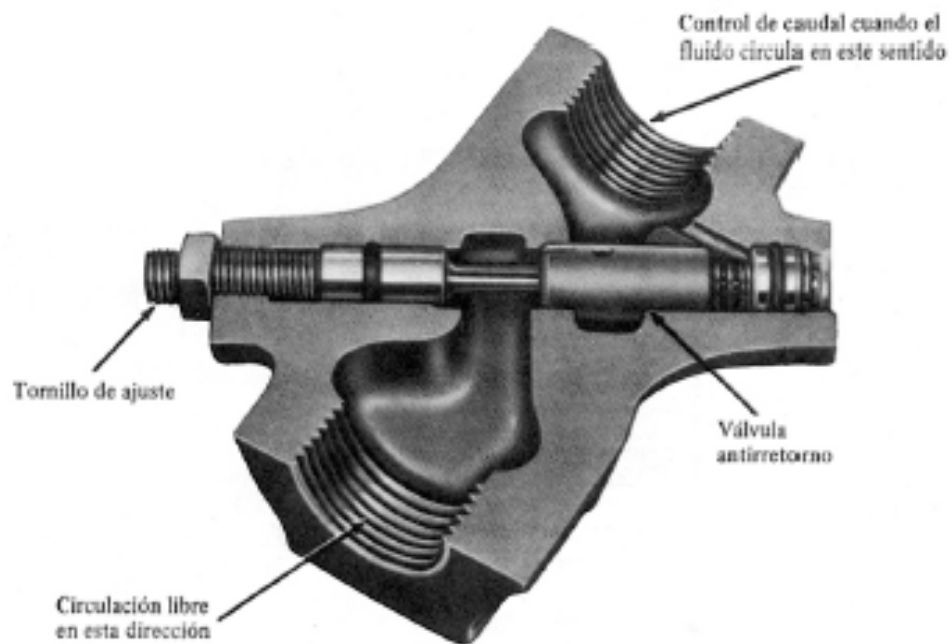
Estas válvulas delimitan el volumen de líquido por unidad de tiempo que pasa a través del sistema, estas permiten el paso de fluido por el circuito dependiendo de la apertura que realice el cono interior al separarse de su asiento (ver Figura 11), es decir a medida que se va aflojando el mando se va incrementando el área de paso de fluido permitiendo un mayor caudal. [3]

Estas se clasifican en; válvulas reguladoras de caudal no compensadas (válvulas de aguja), de caudal compensadas (presión, temperatura), divisoras de caudal.[6] (ver Figura 12).

Figura 11 Símbolo válvula reguladora de caudal. [3]



Figura 12 Válvula reguladora de caudal. [1]



2.2.6 Actuadores.

El tipo de trabajo efectuado y la energía necesaria determinan las características de los actuadores motor o cilindro que deben ser utilizados. Solamente después de haber elegido el actuador, se puede seleccionar los demás elementos del sistema.[2]

Estos son los elementos que transforman la energía hidráulica, obtenida en la bomba en energía mecánica capaz de desarrollar el movimiento y la fuerza deseadas para trabajar, según el movimiento y el trabajo que realicen los actuadores pueden ser lineales como los cilindros o rotativos como los motores.[2]

2.2.6.1 Cilindros.

Estos elementos convierten la energía hidráulica en energía lineal es decir que el trabajo realizado por el cilindro se hace en línea recta y estos pueden ser Cilindros de simple efecto, de doble efecto (ver Figura 13 y 14), doble vástago, cilindros ciegos, cilindros telescópicos, de cable, cilindros en tándem, multiplicadores de presión, cilindros rotativos.[2]

Figura 13 Símbolo de cilindro de doble efecto. [3]

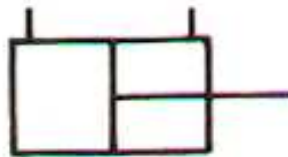
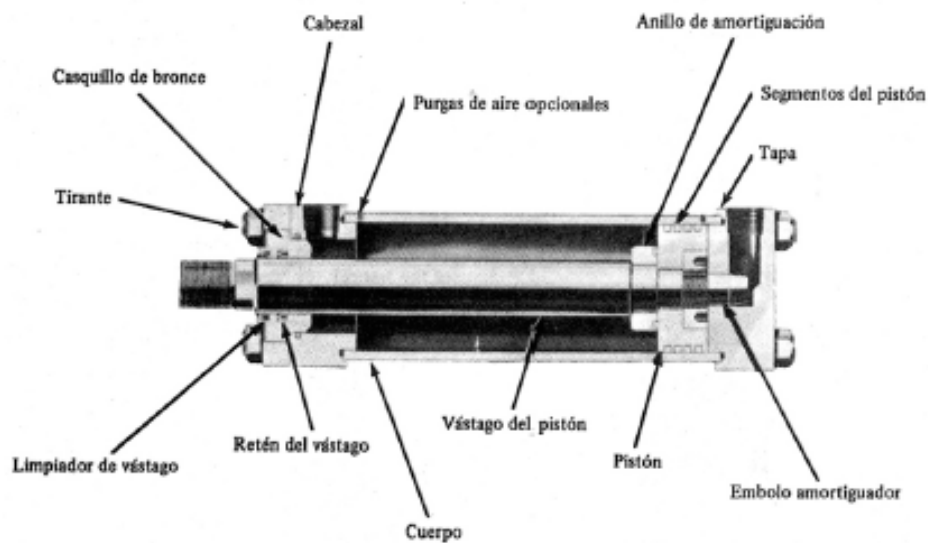


Figura 14 Cilindro de doble efecto. [1]



Capacidad de los cilindros: está determinada por el tamaño y la resistencia de este a presión, el tamaño del cilindro viene definido por el diámetro del pistón y por la carrera del vástago. La velocidad del cilindro, la fuerza disponible y la presión necesaria para una carga dada depende del área del pistón.[1]

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = 0.7854 d^2$$

Velocidad del cilindro sabiendo su tamaño y el caudal de la bomba.[1]

$$\text{Velocidad (m / s)} = \frac{\text{caudal (l / min)}}{6 \cdot \text{área del pistón (cm}^2\text{)}}$$

Caudal para conseguir la velocidad determinada. [1]

$$\text{caudal (l / min)} = 6 \cdot \text{velocidad (m / min)} \cdot \text{área del pistón (cm}^2\text{)}$$

Determinar la fuerza del pistón a una presión dada. [1]

$$\text{Fuerza (Kp)} = \text{área (cm}^2\text{)} \times \text{presión (Kp / cm}^2\text{)}$$

Presión requerida para una fuerza determinada. [1]

$$\text{PRESIÓN (Kp / cm}^2\text{)} = \frac{\text{Fuerza (Kp)}}{\text{Area (cm}^2\text{)}}$$

Kp: Kilopondio = Kilogramo-Fuerza = 9.80665N

2.2.6.2 Motores hidráulicos.

Este nombre se le da generalmente a los actuadores rotativos, en su construcción es similar a las bombas, en vez de impulsar el fluido este es impulsado por el fluido para desarrollar un par y un movimiento continuo de rotación.[1][2] (ver Figura 16).

Los motores hidráulicos se clasifican según su desplazamiento (tamaño), que es la cantidad de fluido que requiere para dar una revolución; el par es el equivalente a la fuerza en un cilindro y es definido como un esfuerzo de rotación, y el límite de presión depende del par y del desplazamiento, un motor con gran desplazamiento desarrolla un par determinado con menos presión que un motor de desplazamiento más pequeño.[3]

Los motores (ver símbolo en la Figura 15) se clasifican en ; motores de engranajes (ver Figura 16), motores de paletas, motores de paletas de alto rendimiento, motores MHT de Par elevado, motores de pistones en línea, con

control hidráulico, motores de pistones en Angulo, motores de tornillo, motores oscilantes.[2]

Figura 15 Símbolo de un motor hidráulico. [3]

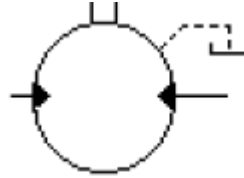
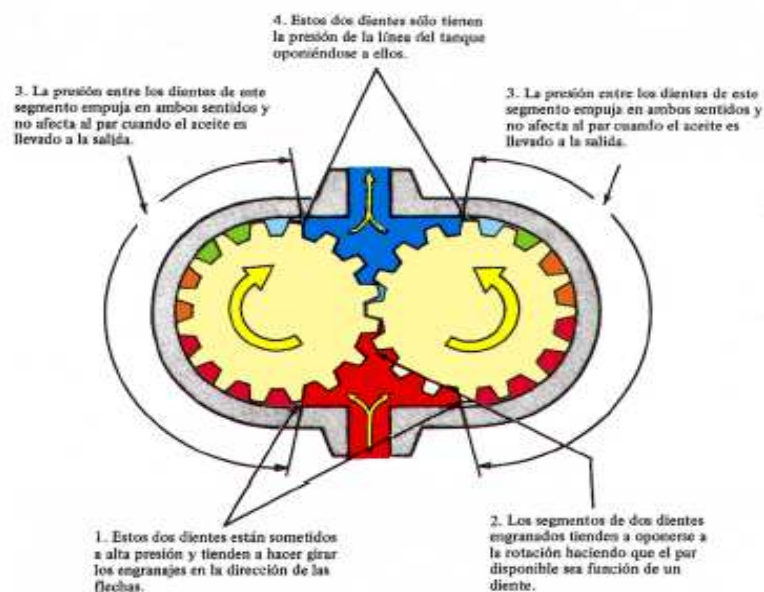


Figura 16 Motor Hidráulico de engranajes. [1]



Para seleccionar el motor requerido.

$$PAR \text{ NOMINAL } (m \cdot Kpa / 7 \cdot Kp / cm^2) = \frac{Par \text{ necesario } (m \cdot Kp) \times 7}{presión \text{ de operación } (Kp / cm^2)}$$

Para encontrar la presión de funcionamiento de un motor con carga dada.

$$presión \text{ de operación } (Kp / cm^2) = \frac{par \text{ necesario } (m \cdot Kp) \times 7}{par \text{ NOMINAL } (m \cdot Kp / 7 \cdot Kp / cm^2)}$$

Para encontrar par máximo con presión y par determinado.

$$\text{par necesario } (m \cdot Kp) = \text{Par NOMINAL } (m \cdot Kp / 7 \cdot Kp / \text{cm}^2) \times \text{presión de operación } (Kp / \text{cm}^2) / 7$$

Determinar par conociendo el desplazamiento y la presión.

$$\text{Par } (m \cdot Kp) = \frac{10 \text{ presión } (Kp / \text{cm}^2)}{2\pi} \cdot \text{desp. (litros / rev)}$$

desp: desplazamiento.

Determinar caudal a una velocidad determinada.

$$\text{Caudal (l / min)} = \frac{\text{R.P.M} \times \text{desp. (cm}^3 / \text{rev)}}{1000}$$

desp: desplazamiento.

Determinar velocidad conociendo caudal.

$$\text{R.P.M} = \frac{1000 \text{ Caudal (l / min)}}{\text{desp. (cm}^3 / \text{rev)}}$$

desp: desplazamiento.

2.2.7 Fluido hidráulico.

Son cuatro los objetivos que un fluido debe cumplir, transmitir potencia, lubricar las piezas móviles, minimizar las fugas y enfriar o disipar calor. Como transmisión de potencia el fluido debe tener facilidad para circular por las líneas u orificios en los elementos del circuito (ver Figura 17) ya que cuando posee demasiada resistencia genera pérdidas de potencia, el fluido debe ser incompresible en una gran medida ya que de esta cualidad depende que tan rápido será la respuesta cuando se active la bomba o un elemento del circuito.[3]

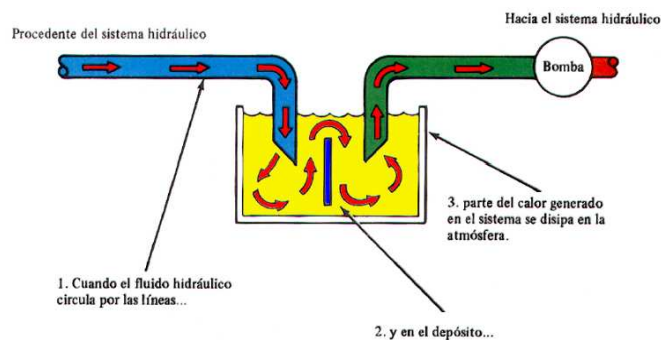
La lubricación; los elementos o partes que se desplazan entre si se convierten en piezas desgastables, una película de fluido entre ellos hace que se reduzca este desgaste, para que la duración de los componentes sea larga, el fluido debe contener ciertos aditivos para asegurar las características antidesgaste.[3]

Estanqueidad; el fluido es el único cierre contra la presión dentro de un componente hidráulico para reducir las fugas entre los pasajes de una válvula se colocan anillos de cierre donde el ajuste mecánico y la viscosidad del aceite determinan el porcentaje de las fugas.[1]

Enfriamiento; la circulación de aceite a través de las líneas y alrededor de las paredes del depósito disipa el calor generado en el sistema.[1]

El fluido debe satisfacer las necesidades de impedir la oxidación, la formación de lodo, goma, espuma, mantener su propia estabilidad y por consiguiente reducir el costo del cambio del fluido, mantener un índice de viscosidad relativamente estable entre amplios límites de temperatura impedir la corrosión y la formación de picaduras, separar el agua, compatibilidad con cierres y juntas.[1]

Figura 17 Camino del fluido hidráulico. [1]



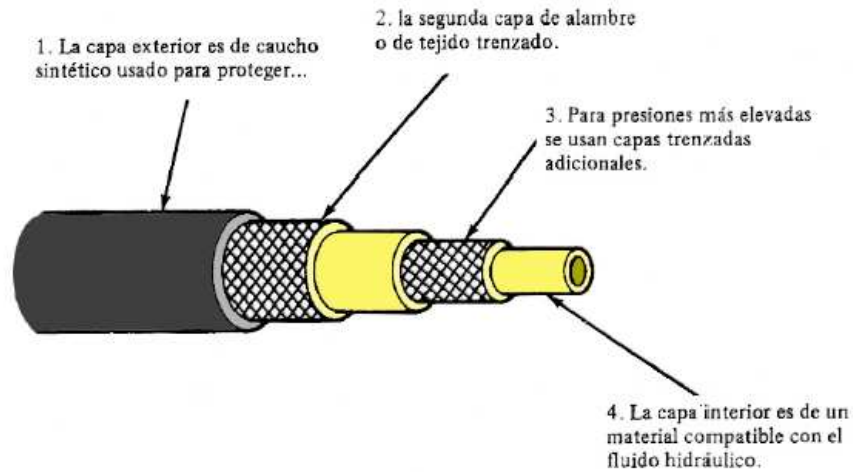
2.2.8 Tuberías hidráulicas.

Este nombre se les da a las líneas de conducción que transportan el fluido hidráulico entre los componentes del sistema, estos ductos pueden ser rígidos o flexibles dependiendo de la aplicación específica.[1][2] (Ver Figura 18).

Tubería flexible: se emplea en los sistemas en los que los elementos lleven movimiento.[6]

Tubería rígida: son tubos en acero sin soldadura con calibración interna, algunos pueden ser de cobre cuando los componentes del aceite pueden reaccionar con el material del tubo; la característica principal de selección es el diámetro interno y externo. [2]

Figura 18 Tubería hidráulica. [1]



3 METODOLOGIA

En el desarrollo del proyecto se siguió una metodología que se explica a continuación.

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proyecto se inicia con la formulación del problema que buscaba eliminar la dependencia existente entre la Universidad Pontificia Bolivariana y los laboratorios del SENA, con el fin de llenar la necesidad de laboratorios en la Facultad de Ingeniería Mecánica más específicamente el área de sistemas oleohidráulicos.

3.2 PLANEACIÓN DE DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN

De acuerdo a las necesidades se decide realizar el diseño y construcción de un banco de prácticas teniendo como base los elementos adquiridos por la Universidad, dicha inversión fue costeada por la facultad de Ingeniería Mecánica y ejecutada por el ingeniero Edwin Córdoba Tuta. Por lo tanto se cuenta con elementos industriales para el banco del laboratorio que comprende un motor hidráulico y 2 cilindros de doble efecto como actuadores, 5 electroválvulas de diferentes posiciones y centros como elementos de control , una bomba, una válvula de seguridad, filtro, manómetro, válvulas reguladoras de caudal y válvulas antirretorno.

3.3 DOCUMENTACIÓN REFERENTE PARA EL DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN

Antes de realizar el diseño se consulta el material bibliográfico para resolver las dudas acerca de cálculos, funcionamiento, parámetros y otros elementos que dan lineamientos en el desarrollo del proyecto.

3.4 CONOCIMIENTO DE EQUIPOS CON LOS QUE SE CUENTA

Para cada equipo se realiza el listado del diámetro de entradas y salidas, tipos de rosca, tipo de conexión, parámetros de funcionamiento y elementos adicionales a los que deben ser conectados.

3.5 DISEÑO BASADO EN EQUIPOS

Se empieza a realizar el esquema de conexión de cada elemento incorporándolo dentro del circuito hidráulico, posteriormente se plantea la distribución y la ubicación en el banco. Con base a los parámetros de los elementos se empiezan a realizar los cálculos para determinar fuerzas y velocidades, esfuerzos y demás cargas.

3.6 MODELO EN UN SOFTWARE CAD

Una vez determinados los parámetros se procede a hacer el modelo en Solid Edge® para obtener una visión sobre la forma del banco de prácticas, dando como resultado los planos de construcción del banco. Posteriormente se estableció los materiales que conformaran la estructura, utilizando para ello tubo de perfil rectangular de 3in x 1,5in y una lámina de acero cold rolled para dar apoyo a los elementos y fijarlos de manera rígida al banco. Uno de los objetivos es que el banco tuviera una aplicación práctica con La finalidad de observar el funcionamiento de los elementos en un entorno real, que conlleva como resultado a la decisión de construir un brazo hidráulico, posteriormente se comienza a dimensionar teniendo en cuenta la altura y alcance máximo que se tiene cuando los cilindros estén accionados, además se analiza la estructura para que el brazo que soporte el peso de los cilindros y además no sea muy pesada, limitando su funcionalidad, ya resuelto esto se opta por un tubo con perfil rectangular de aluminio de 3" x 1,5", y láminas de acero en las articulaciones y apoyos debido a la mejor resistencia del acero.

3.7 PLANOS

Luego de haber realizado el modelo en un software CAD se elaboran los planos de las estructuras de acuerdo a las dimensiones con las que desarrollo el conjunto en el programa de computador. (ver anexo B)

3.8 COMPRA DE ELEMENTOS FALTANTES

Antes de realizar la construcción se sacó un listado de los elementos faltantes para realizar todas las conexiones, de forma que no se generasen retardos ni pérdida de tiempo en el momento de la construcción.

3.9 CONSTRUCCIÓN

Con base en los planos se cortan los tubos y demás materiales en las secciones con las dimensiones adecuadas, todo esto seguido del ensamble por medio de soldadura y tornillos en las uniones para darle forma a la estructura del banco.

3.10 UBICACIÓN DE ELEMENTOS EN EL BANCO Y CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS

Una vez construido la estructura del brazo y el banco, se lleva a cabo la instalación del circuito hidráulico; dicho montaje está conformado por un motor eléctrico trifásico Siemens® de 2 Hp que está conectado a su sistema de alimentación que consta de un pulsador que energiza la bobina de un contactor, el cual se enclava permitiendo cerrar los contacto para que el motor se alimente, este motor también consta de un relé térmico que sirve como protección para sobre corrientes abriendo el circuito de alimentación del motor apagándolo. El eje del motor se conecta a una bomba de 1.9 GPM, para generar la rotación, a la succión de la bomba se debe conectar un filtro que evita el ingreso de partículas que la puedan averiar internamente, a la salida de la bomba se conecta una válvula de seguridad, esta se fija en la presión limite a trabajar de tal manera que cuando la presión en el circuito este por encima de la presión máxima permitida, el fluido vaya directamente a tanque. En la salida de la válvula de seguridad se conecta el manómetro para observar la presión que maneja el circuito y en la misma línea se conecta al bloque de distribución de las electroválvulas, las cuales son las encargadas de controlar los actuadores dentro del circuito hidráulico. El banco consta de 7 electroválvulas que controlan el flujo y la dirección del fluido, manipulando los movimientos de extensión y retracción de los cilindros, además del giro del motor hidráulico. Los actuadores están conformados por 2 cilindros de 40 mm de diámetro X 200 mm de carrera de doble efecto marca MIDMAN®, y un motor hidráulico. Luego de estar alimentados los actuadores y el distribuidor, el fluido debe retornar a tanque; para garantizar que el fluido llegue limpio de impurezas recogidas

durante el tránsito dentro del circuito, este debe pasar por el filtro antes de entrar al tanque.

Ya que el banco de prácticas debe ser automatizado, se instaló un controlador lógico programable (PLC) para tal propósito, el cual es alimentado por una fuente de 24 voltios DC, este cuenta con un cableado de suministro conectado a la red de 110 voltios AC, una vez convertido a 24v alimenta el PLC en los puntos L+ y M que son las entradas de voltaje, luego de energizado se conecta los 24 voltios a los puntos M y L+ de alimentación de los contactos de los pulsadores de control del sistema y estos a su vez se conectan a las entradas I del PLC, terminada esta conexión se conecta a los contactos de salida de la bornera del controlador a las electroválvulas del circuito hidráulico, una vez se termina el cableado se debe realizar la programación del PLC, este programa se hace en un lenguaje compatible con el lenguaje del controlador por medio del uso de un computador.

3.11 PUESTA EN MARCHA

Una vez elaboradas todas las conexiones, y después de verificar que todos los elementos se encontrarán correctamente cableados y polarizados, se inicia las pruebas de puesta en marcha del banco, para esto se energiza el motor de la bomba hidráulica, y se procede a fijar la presión de trabajo en la válvula de seguridad para evitar daños en los elementos, se purgan todas las mangueras para eliminar el aire dentro del sistema y al finalizar este procedimiento el banco queda listo para realizar las pruebas.

3.12 ELABORACIÓN CUADERNILLO DE PRÁCTICAS

Con base en los elementos que están dispuestos en el banco, se crean los circuitos para el uso de cada uno de ellos, a partir de esto se elaboran cada una de las prácticas para cada laboratorio.(ver anexo D)

3.13 PRUEBAS

Con base en el cuadernillo de prácticas se realizan los montajes para comprobar el funcionamiento del banco y que cumpla con cada requerimiento para el que se desarrollo.

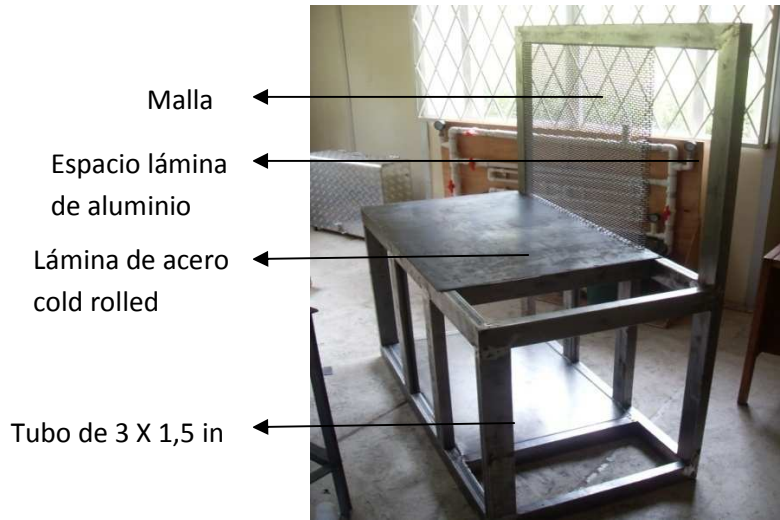
4 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE COMPONENTES

4.1 BANCO DE PRÁCTICAS.

La construcción se orienta en adecuar una estructura para contener los componentes hidráulicos, y que estos se puedan distribuir de manera práctica teniendo un espacio adecuado en el que se realicen las conexiones correspondientes con mucha facilidad, unido a que su estructura soporte el peso de cada uno de los componentes y el peso entregado por el tanque que contiene el aceite hidráulico, la bomba y su respectivo motor impulsor sin sufrir ningún daño. Debido a todas estas consideraciones se decide que la estructura sea de tubo rectangular de acero laminado en caliente con esfuerzo de fluencia de 2550 kg/cm² y con un esfuerzo a la tracción de 4080-5610 kg/cm² de área de 3 x 1,5 in, ya que la universidad contaba con este material en el taller de mecánica lo que facilitaría su construcción. El banco cuenta también con una parte frontal construida de malla que serviría de soporte para los elementos eléctricos y de control ya que con ella se permite un atornillado más cómodo y fácil de las regletas y rieles donde irán sujetos estos equipos, se dispone también de una lamina de aluminio que es la base de las lámparas pilotos y de los pulsadores de señal de entrada al PLC. (Ver Figura 19).

La base en la que se deben fijar los componentes hidráulicos sería constituida por una lámina de acero cold rolled calibre 11, cuya resistencia a la tracción es de 40.000Psi apoyada en los puntos que para este caso se dejaron en la estructura y soldada a ella. (Ver anexo A)

Figura 19 banco de práctica.



Fuente: Autores del proyecto.

Válvulas direccionales: estas controlan la dirección del flujo de aceite dentro del sistema enviándolo al punto donde se necesita desarrollar un trabajo, las válvulas direccionales (ver Figura 20) en este caso son del tipo de 4 vías 3 posiciones todas controladas por bobinas que se encuentran a cada lado de la misma volviendo a su posición inicial por medio de un resorte, para mayor información ir al anexo C.

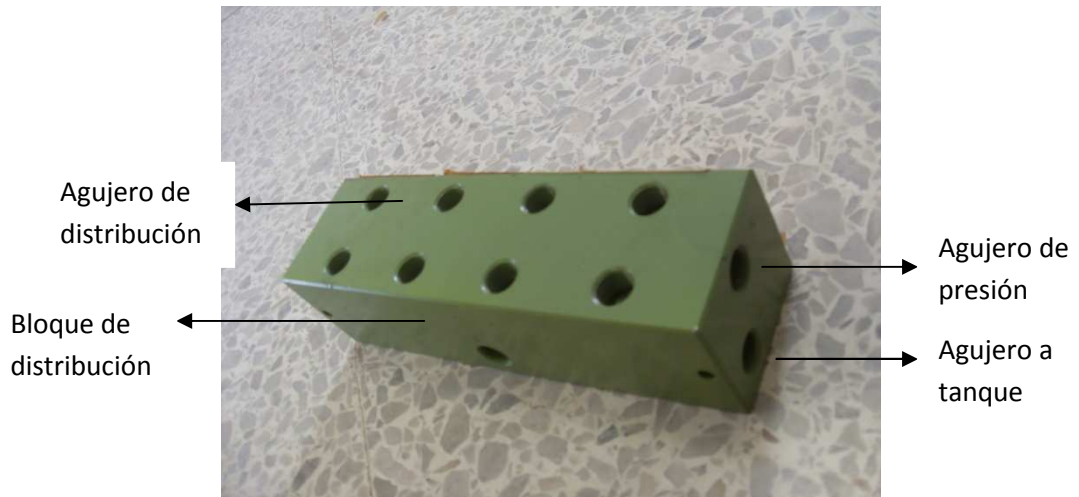
Figura 20 válvulas direccionales



Fuente: Autores del proyecto.

Bloque de distribución: este bloque tiene la apariencia de una flauta, es construido de hierro fundido y está diseñado para servir de base y ser distribuidor de las electroválvulas que se fijan a este por medio de tornillos. (Ver Figura 21).

Figura 21 bloque de distribución



Fuente: Autores del proyecto.

Manguera de conexión: es un elemento de conexión que lleva el fluido entre dos componentes, la manguera se fabrica con capas de caucho sintético y trenzado o tejido de alambre de marca Dayflex de 3/8" de diámetro; permite soportar presiones hasta 1Mpa / 4800 Psi, la capa interna del caucho debe ser compatible con el aceite y la capa externa es para proteger el trenzado, entre mayor presión soporte la manguera tendrá más capas. (Ver Figura 22).

Figura 22 mangueras de conexión.

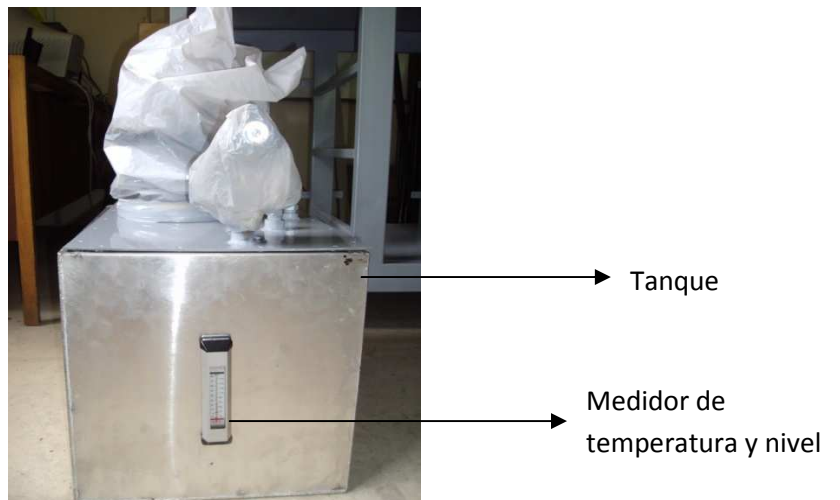


Fuente: Autores del proyecto.

Tanque de aceite (ver Figura 23): como su nombre lo indica este consiste en un recipiente para almacenar el aceite que alimenta el sistema, y es el

encargado de darle el fluido necesario a la bomba para cumplir con sus requerimientos de caudal, y el tamaño del tanque depende de este (ver Anexo B). Para el diseño del tanque se tuvo en cuenta que debe almacenar mínimo 5 veces el volumen del sistema, además de esto el tamaño de la tapa del tanque dependió de los elementos que están sobre ella, como el motor eléctrico, válvula de seguridad, filtros y mangueras. De este modo el volumen total de tanque es de 61 L.

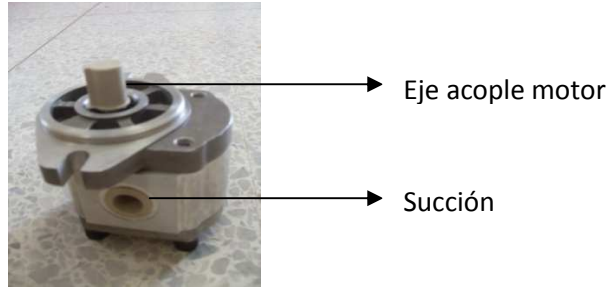
Figura 23 Tanque de aceite.



Fuente: Autores del proyecto.

Bomba de engranajes (ver especificaciones en el Anexo C): Es una bomba de desplazamiento positivo y entrega un caudal constante, es conducida en su rotación por un motor eléctrico lo cual por diseño genera succión de aceite, este se trata de comprimir y debido a que el aceite es un fluido incompresible genera una fuerza que lo envía dentro del sistema. (Ver Figura 24). En este diseño se utilizó aceite hidráulico suministrado por la facultad de Ingeniería Civil. Debido a que este aceite es sobrante del mantenimiento anual que se le realiza a la máquina universal.

Figura 24 Bomba de engranaje.



Fuente: Autores del proyecto.

Motor hidráulico: este actuador rotacional transforma la energía de presión en energía de rotación, este elemento (ver Figura 25) es empleado en montajes donde se necesita un torque muy alto y bajas velocidades. es de marca White Hydraulics; su velocidad es de 23 RPM y un par de 2860 Lb/Pulg.

Figura 25 Motor hidráulico



Fuente: Autores del proyecto.

Válvula limitadora de presión (ver especificaciones en el Anexo C): como lo indica su nombre regula la presión del sistema, al dejarla en una determinada posición si la presión empieza a su subir esta válvula se dispara internamente dejando que el fluido que aumente la presión vuelva nuevamente al tanque. (Ver Figura 26).

Figura 26 válvula limitadora presión.



Perilla para regular la presión

Fuente: Autores del proyecto.

Filtro de aceite: su finalidad es reducir las impurezas que se encuentran en el sistema para que estas no lleguen dentro de la bomba, tiene una filtración normal de partículas de 10 micrón para que no puedan generar ralladuras o roturas en los elementos internos de la bomba lo que puede reducir la vida útil de la misma. (Ver Figura 27). El filtro puede trabajar hasta una presión de 300 Psi / 20,6 Bar.

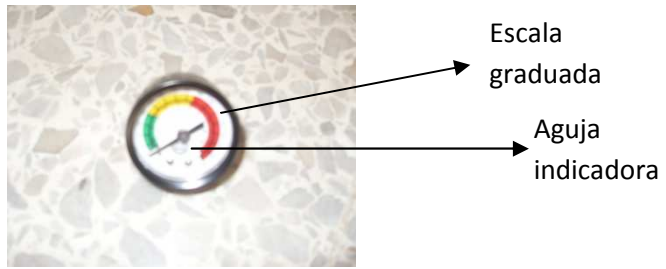
Figura 27 Filtro.



Fuente: Autores del proyecto.

manómetro: en él se puede visualizar el valor de la presión del sistema la cual se puede leer por medio de una aguja indicadora que se mueve sobre una escala graduada en la parte frontal del mismo, la aguja se va moviendo de acuerdo a una variación de presión debido a un mecanismo interno que es sensible a los cambios de fuerza que actúan sobre la unidad de superficie generado en un punto donde se encuentra colocado el manómetro. (Ver Figura 28).

Figura 28 Manómetro.



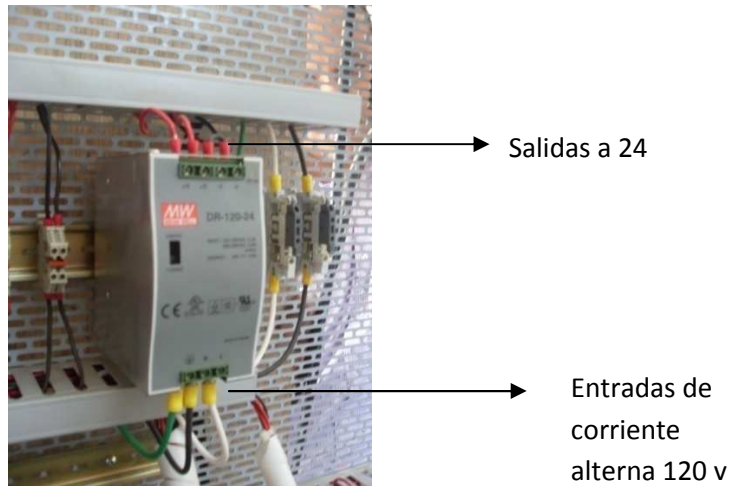
Escala
graduada

Aguja
indicadora

Fuente: Autores del proyecto.

Fuente de voltaje: esta fuente convierte 120v de un sistema monofásico de corriente alterna a 24VDC de corriente continua para alimentar al PLC, y a las electroválvulas que se conectan a él, ya que el sistema de alimentación del PLC es de 24VDC. (Ver Figura 29).

Figura 29 Fuente de voltaje.



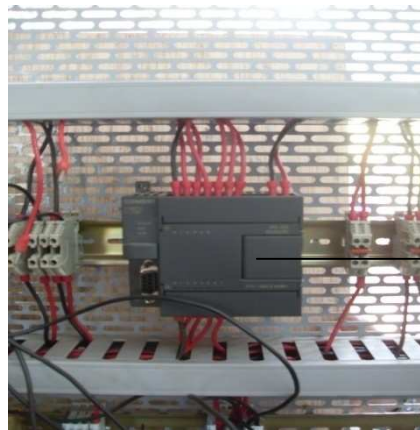
Salidas a 24

Entradas de
corriente
alterna 120 v

Fuente: Autores del proyecto.

Controlador lógico programable PLC (ver Figura 30): este elemento electrónico es usado para controlar procesos de secuencia en tiempo real. Esta automatización se realiza compilando un programa en la memoria del PLC, y el procesador se encarga de ejecutar esta serie de pasos. (Ver referencias en la Tabla 4)

Figura 30 PLC SIMATIC S7200-222



Controlador
lógico
programable

Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 4. Especificaciones del PLC S7-200 CPU 222 [8]

Modelos S7-200

Hay 4 tipos de CPU's: S7-221, S7-222, S7-224 y S7-226.
Para cada tipo de CPU, hay disponible de dos fuentes de poder, DC y AC

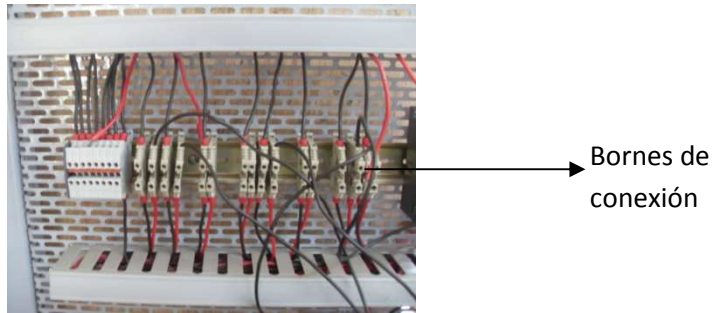
Model Description	Power Supply	Input Types	Output Types
221 DC/DC/DC	20.4-28.8 VDC	6 DC Inputs	4 DC Outputs
221 AC/DC/Relay	85-264 VAC 47-63 Hz	6 DC Inputs	4 Relay Outputs
222 DC/DC/DC	20.4-28.8 VDC	8 DC Inputs	6 DC Outputs
222 AC/DC/Relay	85-264 VAC 47-63 Hz	8 DC Inputs	6 Relay Outputs
224 DC/DC/DC	20.4-28.8 VDC	14 DC Inputs	10 DC Outputs
224 AC/DC/Relay	85-264 VAC 47-63 Hz	14 DC Inputs	10 Relay Outputs
226 DC/DC/DC	20.4-28.8 VDC	24 DC Inputs	16 DC Outputs
226 AC/DC/Relay	85-264 VAC 47-63 Hz	24 DC Inputs	15 Relay Outputs

La descripción del modelo indica el tipo de CPU, la fuente de poder y el tipo de entrada y el tipo de salida



Bornes de conexión: son elementos eléctricos que permiten la conexión de cables en puntos comunes de acuerdo a las necesidades evitándose el uso de empalmes, además permiten la conexión de múltiples cables en un punto en común sin generar ningún riesgo ni malos aspectos visuales en el sistema. (ver Figura 31).

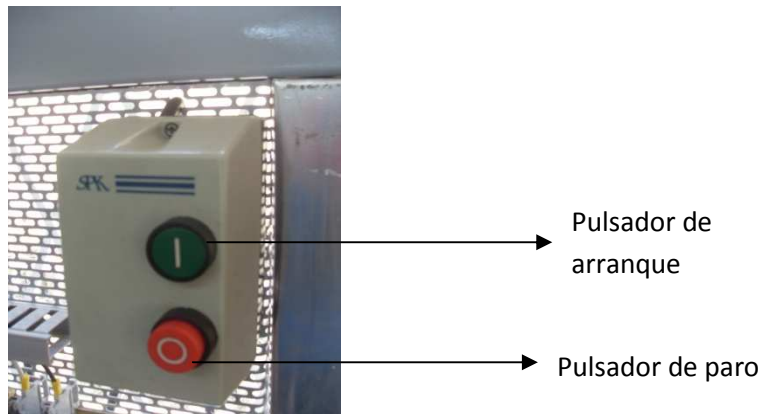
Figura 31 Bornes de conexión



Fuente: Autores del proyecto.

Sistema de control de potencia: este permite controlar la puesta en marcha del motor eléctrico que gobierna la rotación de la bomba; por medio de un pulsador normalmente abierto se energiza una bobina que hace cerrar los contactos en el contactor y permite que las líneas de alimentación se conecten y hagan rotar el motor; por medio de un pulsador de paro normalmente cerrado se desenergiza la bobina haciendo que los contactos se abran deteniendo el motor.(ver Figura 32).

Figura 32 Arrancador de la bomba hidráulica



Fuente: Autores del proyecto.

4.2 BRAZO HIDRÁULICO.

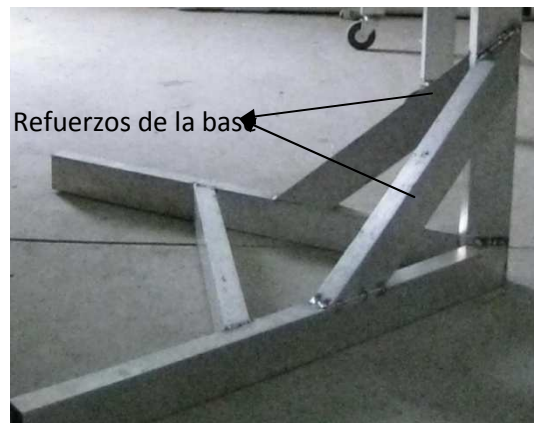
Se diseñó el brazo hidráulico con el objetivo de interactuar en el laboratorio de Sistemas Neumáticos y Oleohidráulicos con movimientos y elementos de una aplicación real (ver anexo A), para esto se tuvo en cuenta muchos factores como la facilidad de materiales, el costo de los mismos al momento de construir, el peso y resistencia de cada uno de los elementos que conforman el brazo hidráulico, ya con esto se optó por hacer el brazo con tubos de aluminio de 3" X ½" donde la base del brazo tiene 110cm de altura y la barra horizontal del brazo es de 90cm, en el momento de calificar la estabilidad se decide por crear un triángulo (forma estética diseñada por el fabricante del brazo) en el soporte de la base donde recibe todo el peso del brazo y esta sobre el piso (ver Figura 33), a su vez se instalaron 2 refuerzos en la base del brazo. (Ver Figura 34). Para mayor información ir al Anexo B plano pieza No 1.

Figura 33. Base del brazo



Fuente: Autores del proyecto.

Figura 34. Brazo del brazo con soporte



Fuente: Autores del proyecto.

En la unión de la base del brazo y la extensión del mismo, así como en los soportes de los cilindros y el mecanismo que moverá la cuchara, se utilizó lamina de acero cold rolled, estas laminas van sujetas con tornillos rosca ordinaria a los tubos de aluminio, las formas de las laminas se diseñaron de acuerdo a la comodidad de instalación y basado en brazos hidráulicos

utilizados en la industria. (Ver Figura 35). Para mayor información ir al Anexo B plano pieza No 2, 3, 4, 6, 7.

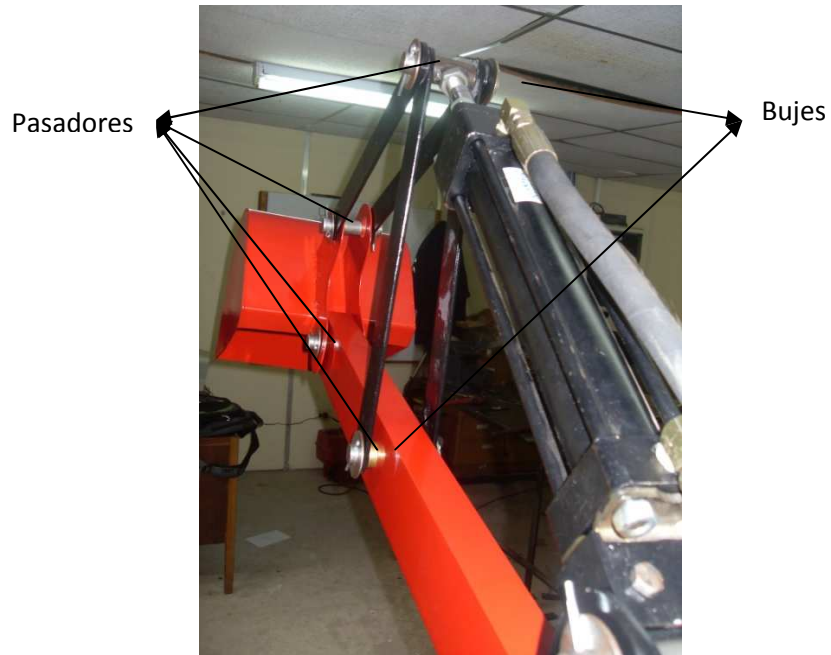
Figura 35 Unión de la extensión del brazo con la base



Fuente: Autores del proyecto.

Para la unión entre las láminas de acero se hicieron agujeros donde se colocaron pasadores de acero AISI 1020 de $\frac{3}{4}$ " con el fin de soportar esfuerzos cortantes y cargas combinadas y así mismo soportar el peso de los cilindros. (Ver Figura 36). Para mayor información ver Anexo B plano pieza No 10.

Figura 36 Pasadores o ejes.



Fuente: Autores del proyecto.

La cuchara se hizo en aluminio ya que es un material maleable y liviano, siendo estas las características necesarias para moldeamiento de esta pieza, el tamaño (está relacionado con la carga máxima permisible) se generó de acuerdo a las dimensiones de la extensión del brazo, como es de uso didáctico y es para recrear los movimientos reales, no fue necesario hacerla con otro tipo de material más robusto y menos maleable. (Ver Figura 37). Para mayor información ver Anexo B plano pieza No 9.

Figura 37 cuchara del brazo hidráulico.



Pasador

Fuente: Autores del proyecto.

Se adquirieron dos cilindros o actuadores hidráulicos doble efecto de marca MINDMAN de 40mm de diámetro X 200 mm de carrera, con doble amortiguación hidráulica regulable norma ISO 6432 (ver Figura 38), que estarán sujetos sobre los tubos de aluminio, uno moviendo la cuchara y el otro la extensión del brazo. (ver Figura 39).

Figura 38 Actuador doble efecto.

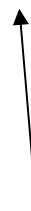


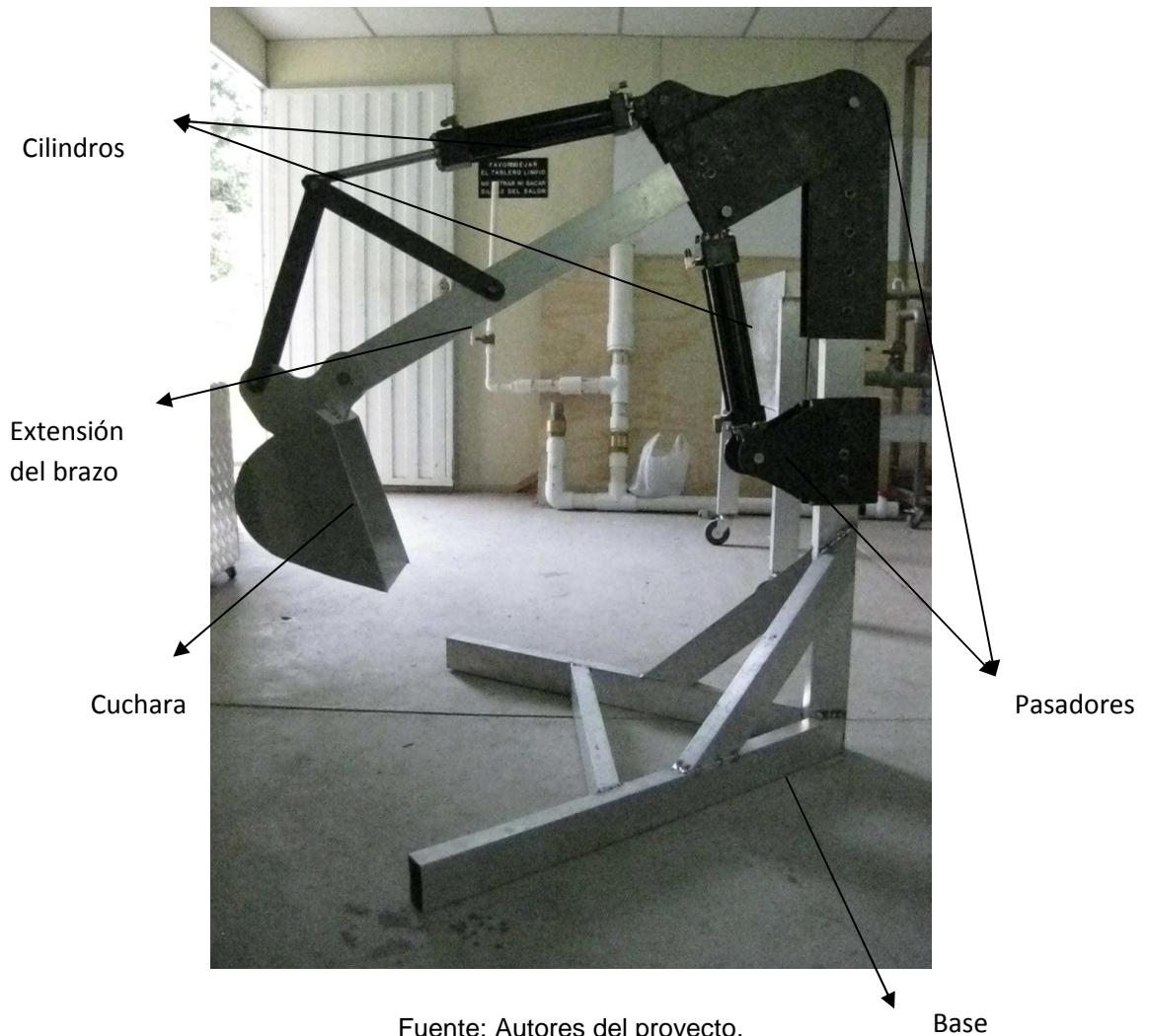
Fuente: Autores del proyecto.

Una vez construido cada uno de los elementos del brazo hidráulico se lleva a cabo el ensamble del brazo. (Ver Figura 39). Para mayor información ver Anexo B.

Figura 39 Brazo hidráulico construido.

Tornillos





Fuente: Autores del proyecto.

Base

Al finalizar la construcción, se le incorporan los bujes en los pasadores con el fin de no afectar la vida útil de las láminas, el aluminio y de los ejes, estos bujes son de bronce ya que es un material más fácil de desgastarse y de menos costo que los de acero inoxidable. (Ver Figura 36).

Así mismo se pinta la estructura en general para que el brazo no sufra corrosión y tenga más durabilidad y así mismo ayudando con la presentación del proyecto. (Ver Figura 40).

Figura 40 Resultado final del brazo hidráulico construido



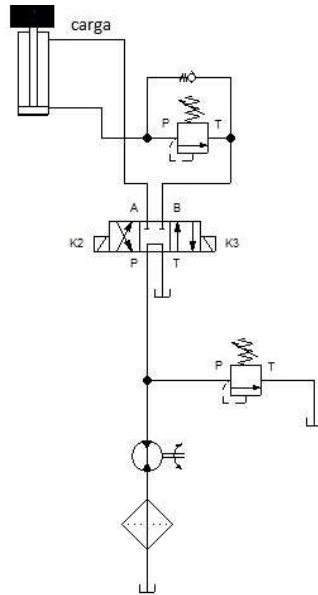
Fuente: Autores del proyecto.

4.3 CUADERNILLO DE PRÁCTICAS.

Se diseñaron 10 prácticas para el laboratorio de la materia de Sistemas Neumáticos y Oleohidráulicos, orientadas a los temas elementales para aprobar los objetivos de la materia, por este motivo se basó en cuadernillos desarrollados en un convenio SENA-FESTO, llamado centro de automatización industrial, y en la cartilla del colegio Politec, comandos electroneumáticos y electrohidráulicos industrial, autor Francisco Casteleti; se plantearon los objetivos para cada práctica con sus respectivas actividades.

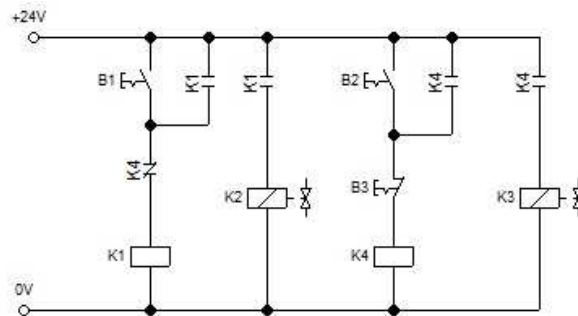
Se construyeron los circuitos teniendo en cuenta la diversidad de válvulas, cilindros y demás elementos; se establecieron diferentes prácticas donde todos los elementos del banco hidráulico y el brazo hidráulico entran en funcionamiento. (ver Figuras 41 y 42).

Figura 41 Circuito hidráulico con contra balance.



Fuente: Autores del proyecto.

Figura 42 Circuito de control de un sistema con contra balance.



Fuente: Autores del proyecto.

5 CALCULOS

Datos

Bomba de engranajes

- Caudal $Q = 1,9\text{GPM}$
- Velocidad = 1700RPM
- Presión máxima = 2800Psi a 3500 Psi

Motor eléctrico

- Potencia = 2HP
- Frecuencia = 60Hz
- Voltaje = 220 - 440V
- Velocidad= 1700RPM
- Amperaje = 3,5A

Cilindro doble efecto

- Diámetro = 40mm
- Diámetro del vástago= 20mm
- Carrera = 200mm

Motor hidráulico

- Velocidad = 23RPM
- Par = 2860LB/PUL

Acero AISI 1020

- Resistencia última $S_u = 57\text{ KSI}$
- Resistencia a la fluencia $S_y = 43\text{ KSI}$

5.1 CALCULO DE FUERZA Y VELOCIDAD EN LOS CILINDROS

* Diámetro del piston

$$40 \text{ mm} \times \frac{100 \text{ cm}}{1000 \text{ mm}} \times \frac{1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = 1,57 \text{ in}$$

* Diámetro del vastago

$$2 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = 0,78 \text{ in}$$

* Fuerza

$$\text{presión} = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P \times A$$

* Area

$$\text{Avance} = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} (1,57)^2 = 1,94 \text{ in}^2$$

$$\text{Re troceso} = \frac{\pi}{4} (1,57^2 - 0,78^2) = 1,46 \text{ in}^2$$

$$\text{* Fuerza avance} = P \times \text{Avance} = 310 \text{ psi} \times 1,94 \text{ in}^2 = 601,4 \text{ lbf}$$

$$\text{* Fuerza retroceso} = P \times \text{Aretroceso} = 310 \text{ psi} \times 1,46 \text{ in}^2 = 452,6 \text{ lbf}$$

* Caudal

$$Q = 1,9 \text{ GPM} \times \frac{231 \text{ in}^3}{1 \text{ G}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 7,31 \frac{\text{in}^3}{\text{s}}$$

$$Q = \text{Velocidad} \times A$$

* Velocidad

$$\text{Vel} = \frac{Q}{A}$$

$$\text{Vel avance} = \frac{7,31 \frac{\text{in}^3}{\text{s}}}{1,94 \text{ in}^2} = 3,77 \frac{\text{in}}{\text{s}}$$

$$\text{Vel retroceso} = \frac{7,31 \frac{\text{in}^3}{\text{s}}}{1,46 \text{ in}^2} = 5,01 \frac{\text{in}}{\text{s}}$$

En la Tabla 4 se muestra una relación de las máximas fuerzas y velocidades que podrán estar sometidos los cilindros para un ajuste de la válvula de seguridad en 310 psi y un caudal fijo de la bomba de 1,9 GPM.

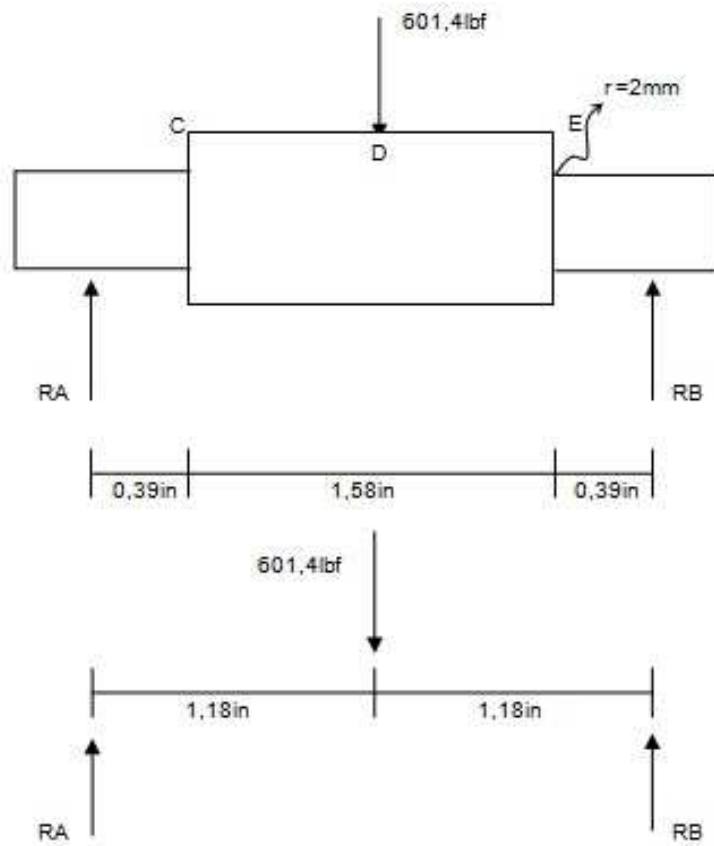
Tabla 5. Resultados de valores de fuerza y velocidad.

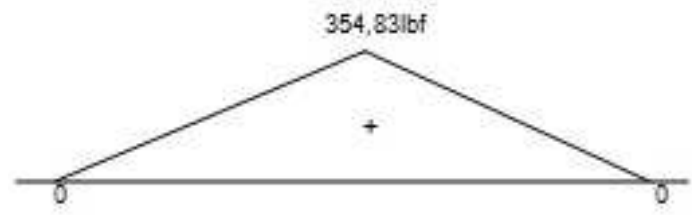
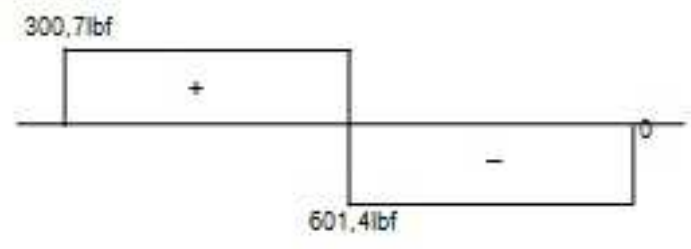
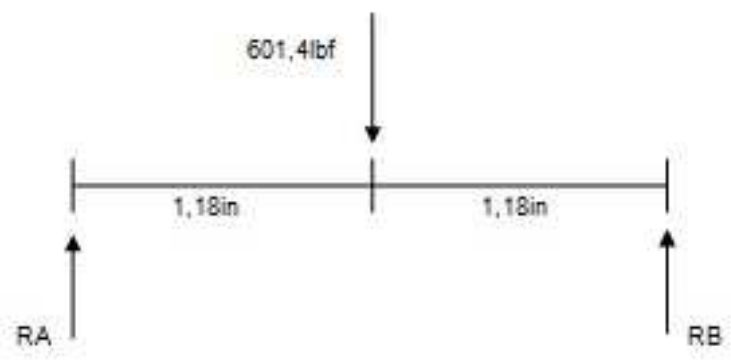
FUERZA Y VELOCIDAD EN LOS CILINDROS

Posición	Presión (Psi)	Velocidad (in/s)	Fuerza (lbf)
Avance	310	3,77	601,4
Retroceso	310	5,01	452,6

Fuente: Autores del proyecto.

5.2 CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS EN LOS PASADORES DE LOS CILINDROS





$$\sum MA = -601,4(1,18) + RB(2,36) = 0$$

$$RB = \frac{709,65 \text{ lbf} \cdot \text{in}}{2,36 \text{ in}} = 300,7 \text{ lbf}$$

$$\sum Fy = 0 \Rightarrow RA + RB - 601,4 \text{ lbf} = 0$$

$$RA = 601,4 \text{ lbf} - RB$$

$$RA = 601,4 \text{ lbf} - 300,7 \text{ lbf}$$

$$RA = 300,7 \text{ lbf}$$

$$\int_{MA}^{MC} dM = \int_0^{0,39} V dX$$

$$MC - MA = V(0,39 - 0)$$

$$MC = 300,7 \text{ lbf} (0,39 \text{ in})$$

$$MC = 117,27 \text{ lbf} \cdot \text{in}$$

$$\int_{MC}^{MD} dM = \int_{0,39}^{1,18} V dX$$

$$MD - MC = V(1,18 - 0,39)$$

$$MD = 300,7 \text{ lbf} (0,79 \text{ in}) + 117,27 \text{ lbf} \cdot \text{in}$$

$$MD = 354,82 \text{ lbf} \cdot \text{in}$$

$$\int_{MD}^{ME} dM = \int_{1,18}^{1,97} V dX$$

$$ME - MD = V(1,97 - 1,18)$$

$$ME = -300,7 \text{ lbf} (0,79 \text{ in}) + 354,82 \text{ lbf} \cdot \text{in}$$

$$ME = 117,27 \text{ lbf} \cdot \text{in}$$

$$\int_{MB}^{ME} dM = \int_{1,97}^{2,36} V dX$$

$$MB - ME = V(2,36 - 1,97)$$

$$MB = -300,7 \text{ lbf} (0,39 \text{ in}) + 117,27 \text{ lbf} \cdot \text{in}$$

$$MB = 0$$

Por concentrador de esfuerzo

$$\sigma_{\text{prom}} = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32(117,27)}{\pi \left(\frac{3}{4}\right)^3} = 2831,41 \text{ psi}$$

Con K_c de tabla para momento y radio de entalladura de 2mm

$$K_c = 1,56$$

$$\sigma_{\text{Max}} = \sigma_{\text{prom}} \times K_c = 2831,41 \text{ psi}(1,56) = 4417 \text{ psi}$$

Esfuerzos principales

Cortante máximo para un área circular y el esfuerzo máximo

$$\tau_{\text{MAX}} = \frac{4V}{3A} = \frac{4(300,7)}{3\left(\frac{\pi}{4} 0,75^2\right)} = \frac{1202,8}{1,32} = 911,21 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\tau_{xy}^2 + \left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2}$$

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_{\text{Max}}}{2} \pm \sqrt{\tau_{\text{Max}}^2 + \left(\frac{\sigma_{\text{Max}}}{2}\right)^2}$$

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{4417 \text{ psi}}{2} \pm \sqrt{(911,21)^2 + \left(\frac{4417}{2}\right)^2} \text{ psi}$$

$$\sigma_1, \sigma_2 = 2208,5 \text{ psi} \pm \sqrt{5707775,9} \text{ psi}$$

$$\sigma_1, \sigma_2 = 2208,5 \text{ psi} \pm 2389 \text{ psi}$$

$$\sigma_1 = 4597,6 \text{ psi}$$

$$\sigma_2 = -180 \text{ psi}$$

Von Misses

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2}$$

$$\sigma_e = \sqrt{21170325 + 827568} \text{ psi}$$

$$\sigma_e = \sqrt{21997893} \text{ psi}$$

$$\sigma_e = 4690 \text{ psi}$$

$$\sigma_e \geq \frac{S_y}{N} \text{ Hay falla}$$

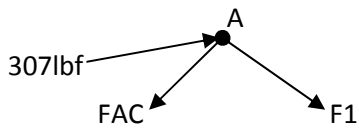
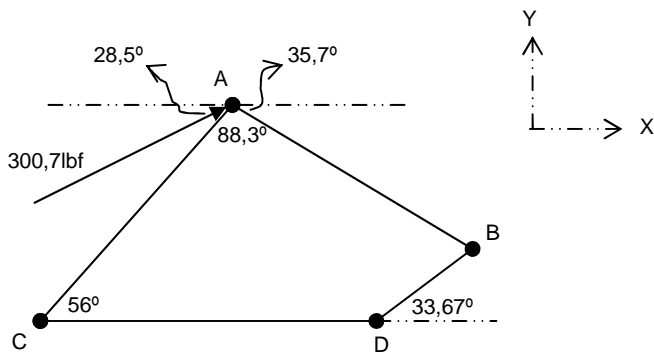
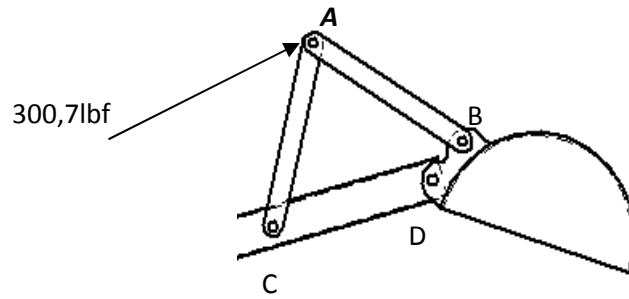
Acero AISI 1020 $S_y = 43 \text{ ksi}$

$$\sigma_e = \frac{S_y}{N} \Rightarrow N = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$N = \frac{43000 \text{ psi}}{4690 \text{ psi}} = 9$$

Por Von Misses y la teoría de falla se tiene un factor de seguridad de **N= 9**

5.3 CÁLCULOS PARA LA PALA



$$\sum F_A = 0$$

$$\sum F_{Ax} = 300,7(\cos 28,5) + F1(\cos 35,7) - FAC(\cos 56) = 0 \quad (\text{lbf})$$

$$0,81 F1 - 0,6 FAC = 264,26 \quad (\text{lbf})$$

$$\sum F_{Ay} = 300,7(\sin 28,5) - F1(\sin 35,7) - FAC(\sin 56) = 0 \quad (\text{lbf})$$

$$0,58 F1 + 0,83 FAC = -143,15 \quad (\text{lbf})$$

$$(-5,8) (0,81F_1 - 0,6 FAC = -264,26) \quad (lbf)$$

$$(0,81) (0,58F_1 + 0,83FAC = 143,15) \quad (lbf)$$

$$-4,7F_1 + 3,48FAC = 1532,7 \quad (lbf)$$

$$0,47F_1 + 0,67FAC = 116 \quad (lbf)$$

$$0 \quad 4,15FAC = 1648,7 \quad (lbf)$$

$$FAC = \frac{1648,7}{4,15} = 397,3 \quad (lbf)$$

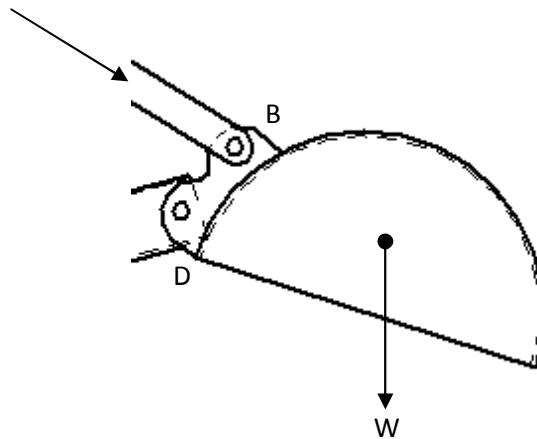
$$0,58F_1 + 397,3(0,83) = 143,15 \quad (lbf)$$

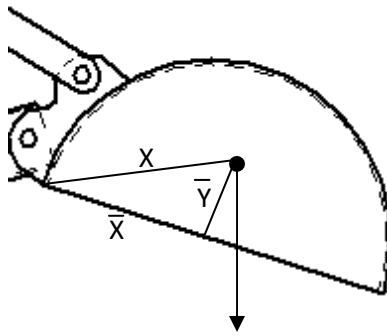
$$0,58F_1 + 329,8 = 143,15$$

$$F_1 = -\frac{186,7}{0,58} = -321,9 \quad (lbf)$$

El signo negativo indica que la fuerza F_1 tiene dirección en el otro sentido

Momentos en la pala debido a la fuerza F_1



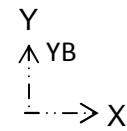
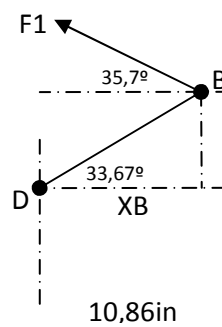
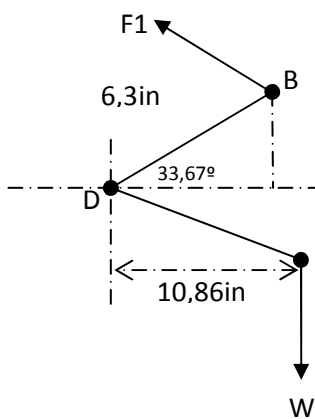


Centroide

$$\bar{Y} = \frac{4r}{3\pi} = \frac{4(10\text{in})}{3\pi} = 4,24\text{in}$$

$$\bar{x} = 10\text{in}$$

$$x = \sqrt{10^2\text{in} + 4,24^2\text{in}} = 10,86\text{in}$$



$$XB = 6,3\text{in}(\cos 33,67) = 5,24\text{in}$$

$$YB = 6,3\text{in}(\sin 33,67) = 3,49\text{in}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{yz} &= 321,81(\text{sen}35,7)(5,24) - W(10,86) = 0 \quad (\text{lbf} \bullet \text{in}) \\ 984 - W(10,86) &= 0 \quad (\text{lbf} \bullet \text{in}) \\ W &= 90,6 \text{ lbf} \\ W_T &= 2 \times 90,6 \text{ lbf} = 181,2 \text{ lbf} \end{aligned}$$

Para obtener la W total se debe multiplicar por 2 debido a que w es calculado a cada lado del mecanismo.

$$\begin{aligned} \sum FD_x &= 321,81(\text{cos}35,7) - D_x = 0 \quad (\text{lbf}) \\ D_x &= 261,34 \text{ lbf} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum FD_y &= -321,81(\text{sen}35,7) + D_y - 90,6 = 0 \quad (\text{lbf}) \\ D_y &= 278,4 \text{ lbf} \end{aligned}$$

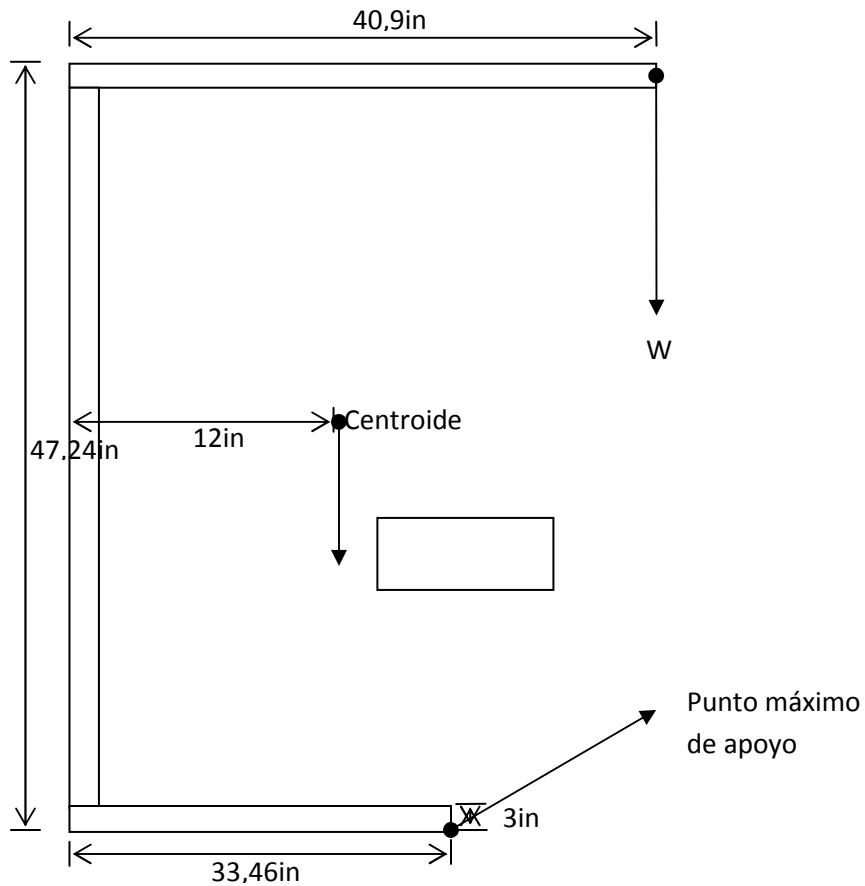
En la tabla 5 se relaciona la fuerza que se desarrolla en la pala según los resultados obtenidos en los cálculos.

Tabla 6. Resultado de fuerzas de la pala

FUERZA DESARROLLADA POR LA PALA			
POSICIÓN	Angulo (°)	Momento por punto de apoyo (lbf. In)	Fuerza total ejercida (lbf)
FINAL	56	1967,8	181,2

Fuente: Autores del proyecto.

5.4 CÁLCULO PARA DETERMINAR LA FUERZA W DE VOLCADURA



parte	A_i	X_i	$A_i X_i$
1	6,5in ²	20,45in	132,93in ³
2	7,52in ²	1,5in	11,28in ³
3	5,35in ²	16,73in	89,5in ³
total	19,37in ²		233,71in ³

$$\bar{X} = \frac{A_i x_i}{A_T} = \frac{4401,16}{364,8} = 12 \text{ in}$$

Sumatoria de momentos alrededor del punto Máximo de apoyo para conocer la w máxima que puede provocar la volcadura del brazo, con el peso del brazo aplicado en el centroide.

El Peso del brazo ubicado en su centroide es de 40 Kgf

$$\sum M_{apoyo} = 88,16 \text{ lbf}(21,46) - W(7,44) = 0$$

$$W = \frac{1891,91 \text{ lbf} \cdot \text{in}}{7,44 \text{ in}} = 254,3 \text{ lbf}$$

254,3 lbf es la w máxima a la cual se puede volcar el brazo

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 BANCO DE PRÁCTICAS.

Figura 43 Banco de prácticas.



Fuente: Autores del proyecto.

Con el banco de práctica se resuelve el problema de dependencia que se tenía de los laboratorios del SENA, existe una serie de pruebas destinadas a desarrollar las destrezas de los estudiantes frente a los sistemas oleohidráulicos donde pueden aplicar todos los conceptos que se imparten en la parte teórica. El banco queda con la cartilla guía de montajes diseñada para realizar 10 clases de montajes diferentes (ver anexo D). Para que los estudiantes realicen las prácticas, es necesario que ejecuten conexiones

eléctricas, lo que genera una familiarización con la electrohidráulica, voltajes, corrientes, puntos de alimentación, señales de entrada y de salida, conexas en las borneras, y como relacionar puntos comunes en las mismas, todo esto unido a que necesitan realizar conexiones hidráulicas, lo que indica que se deben conectar y desconectar mangueras haciendo uso de herramientas, dando como resultado un encuentro real con elementos industriales y una familiarización con la vida profesional. (Ver Figura 43).

Para adentrarse más en este contexto se pueden mencionar los siguientes ejemplos, en la práctica denominada sistema hidráulico de selección de ciclo único y continuo, donde se presentan dos situaciones en el mismo montaje en el cual se debe seleccionar entre las opciones de tener un ciclo continuo que perdurara en el tiempo o una de un solo ciclo, simplemente oprimiendo un pulsador, este sistema se puede comprar con un trabajo de troquelado en serie, y donde por el cambio en el material este se deba hacer con mucha más precaución, así como también el circuito de elevación de paquetes, este sistema es aplicable a cualquier trabajo donde se necesite una fuerza para elevar una carga determinada como un montacargas.

6.2 BRAZO HIDRÁULICO.

Figura 44 Brazo hidráulico.



Fuente: Autores del proyecto.

Esta aplicación genera un cambio al tradicionalismo de ver cilindros independientes fijados en punto sin ninguna aplicación visual, alejando la práctica de la realidad, con el brazo se tiene un ejemplo real de cómo se aplica la hidráulica en algo tan común como lo es el sistema utilizado por la retroexcavadora para mover grandes cantidades de arena con su mecanismo de pala, en el brazo hidráulico se puede observar la variación en la velocidad de retroceso o avance en el cilindro ya que en las mangueras de conexión de estos se colocan válvulas reguladoras de caudal lo que permite variar el volumen que entra o sale de los cilindros y al estar estos montados en el brazo, debido al mecanismo de acción en el que se encuentra permite tener una visualización más amplia en la variación de la rapidez con la sale o entra el vástago del cilindro. Además por la disposición de los cilindros permite un fácil y rápido desmonte en el caso que la práctica lo amerite. (Ver Figura 44).

6.3 CUADERNILLO DE PRÁCTICAS.

Con el cuadernillo de prácticas se tiene una herramienta fundamental para el desarrollo del laboratorio de sistemas oleohidráulicos, ya que planea el desarrollo de cada clase de laboratorio dando un amplio recorrido por las diferentes aplicaciones, las practicas contenidas abarcan un sin número de usos industriales para producir un choque contextual entre la academia y la vida profesional. En la Tabla 6 se describe el nombre de las 10 prácticas de laboratorio diseñadas, para obtener información más detallada de las practicas consultar la guía de laboratorios en el anexo D.

Tabla 7. Prácticas de laboratorio.

N°	NOMBRE DE LA PRACTICA
1	Sistema hidráulico
2	Brazo hidráulico
3	Sistema oleohidráulico con selección de ciclo único o continuo
4	Circuito secuencial con válvula de impulso
5	Circuito hidráulico regenerativo
6	Circuito hidráulico en secuencia
7	Circuito hidráulico con contra balance
8	Circuito hidráulico en secuencia con velocidad controlada en segunda operación
9	Dispositivo elevador de paquetes
10	Circuito hidráulico con accionamiento de motor

Fuente: Autores del proyecto.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La presión de trabajo es de 310 Psi debido a que el elemento más frágil en el sistema es el manómetro, que está diseñado para trabajar hasta 400 Psi, y se debe trabajar un rango inferior a su límite.

- Con el desarrollo de este proyecto la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga obtuvo un laboratorio de Oleohidráulica a un precio aproximadamente inferior del 70% al que se consigue en el mercado.
- El montaje hidráulico muestra que al tener 2 o más válvulas con centro abierto o tándem deben ser conmutadas en simultaneo para tener presión en el sistema.
- En el cuadernillo de prácticas, los montajes están diseñados para cualificar los componentes hidráulicos y no para cuantificar los parámetros, cumpliendo así con su función didáctica y de exhibición del comportamiento de diferentes elementos oleohidráulicos.
- Es recomendable que la facultad de Ingeniería Mecánica adquiera otros tipos de válvulas con diferentes centros, con el fin de aumentar y diversificar más el tipo de prácticas.

8 BIBLIOGRAFIA

[1] VICKERS, actuadores hidráulicos. En: introducción a la hidráulica. p.102-124.

[2] CARNICER ROYO, E. y MAINAR HASTA, C. introducción. En: oleohidráulica conceptos básicos. Madrid. Paraninfo. 1998. p.1-35.

[3] ROCCA RAVELL, Felip.principios básicos. En: Oleohidráulica básica y diseños de circuitos. Madrid. Alfaomega. 2006. P. 15-63.

[4] FRANCISCO CASTELETI, comandos electroneumáticos y electrohidráulicos industrial. CARTILLA del colegio Politec.

[5] Cuadernillos desarrollados en un convenio SENA-FESTO, centro de automatización industrial.

[6] ESTEBAN OÑATE, energía hidráulica. Madrid. Paraninfo. 1992. p. 11-159.

[7] JOSÉ ROLDÓN VILORIA, prontuario de mecánica industrial aplicada. En: Hidráulica y Neumática industrial. Madrid. Paraninfo. p. 375-376.

[8] CARLOS CANTO QUINTAL, Programación avanzada, Facultad de ciencias, Autómatas programables.

ANEXO A
CONSTRUCCIÓN DEL BANCO
HIDRÁULICO



Ilustración 1. Construcción de la estructura del banco. Fuente: Autores del proyecto.



Ilustración 2. Estructura terminada. Fuente: Autores del proyecto.



Ilustración 3. Estructura pintada con los rieles para los cajones. Fuente: Autores del proyecto.



Ilustración 4. Cajones instalados. Fuente: Autores del proyecto.



Ilustración 5. Tanque de depósito de fluido hidráulico. Fuente: Autores del proyecto.



Ilustración 6. Banco hidráulico. Fuente: Autores del proyecto.

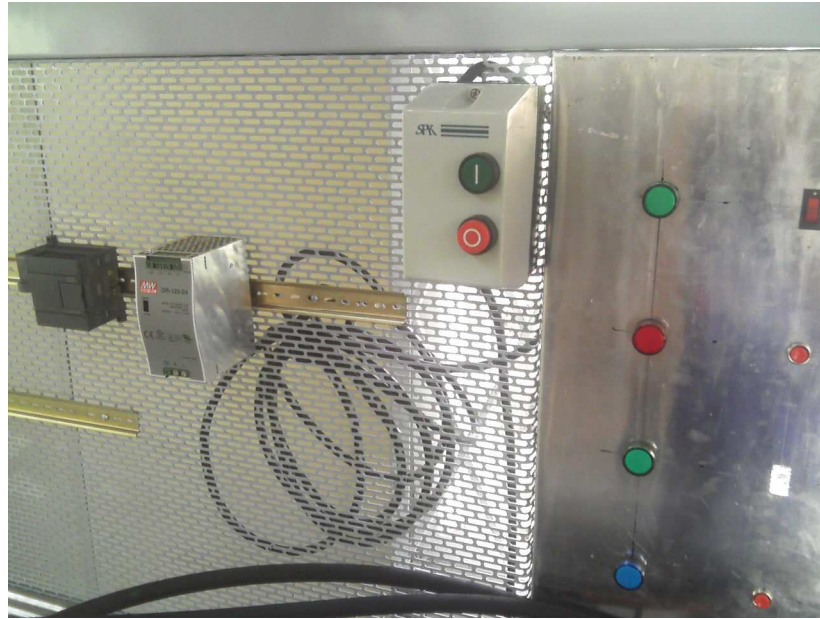


Ilustración 7. Sistema eléctrico. Fuente: Autores del proyecto.



Ilustración 8. Electroválvulas y distribuidores. Fuente: Autores del proyecto.

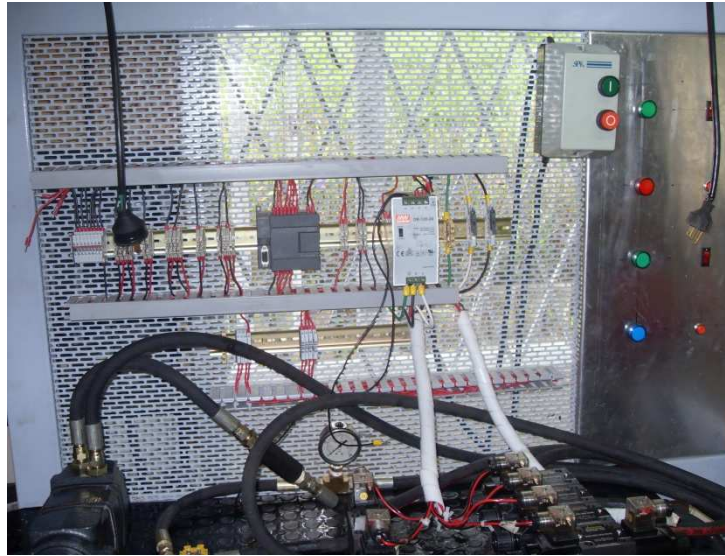


Ilustración 9. Sistema eléctrico, PLC y fuente de energía. Fuente: Autores del proyecto.

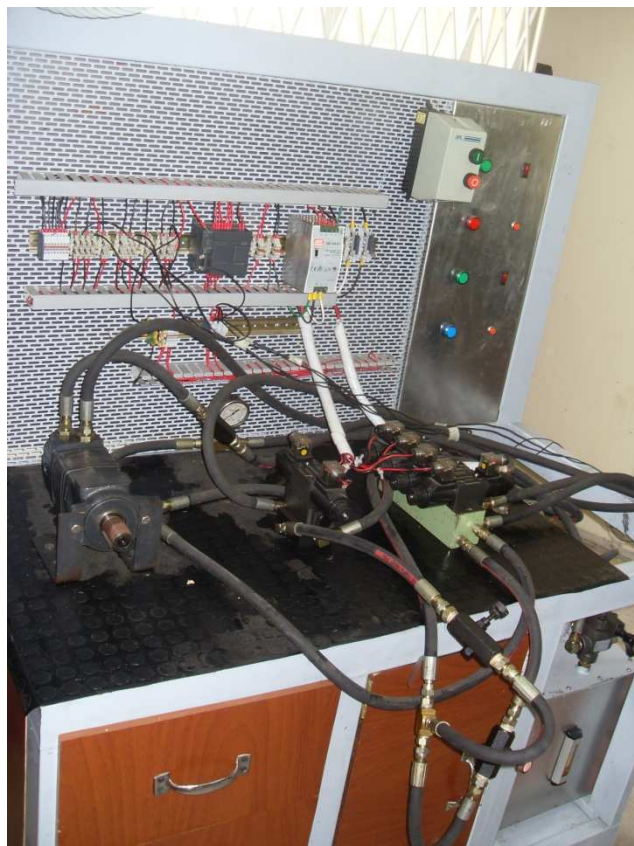


Ilustración 10. Resultado del banco hidráulico. Fuente: Autores del proyecto.

CONSTRUCCIÓN DEL BRAZO HIDRÁULICO



Ilustración 11. Base del brazo hidráulico. Fuente: Autores del proyecto.



Ilustración 12. Laminas de conexión del brazo hidráulico. Fuente: Autores del proyecto.



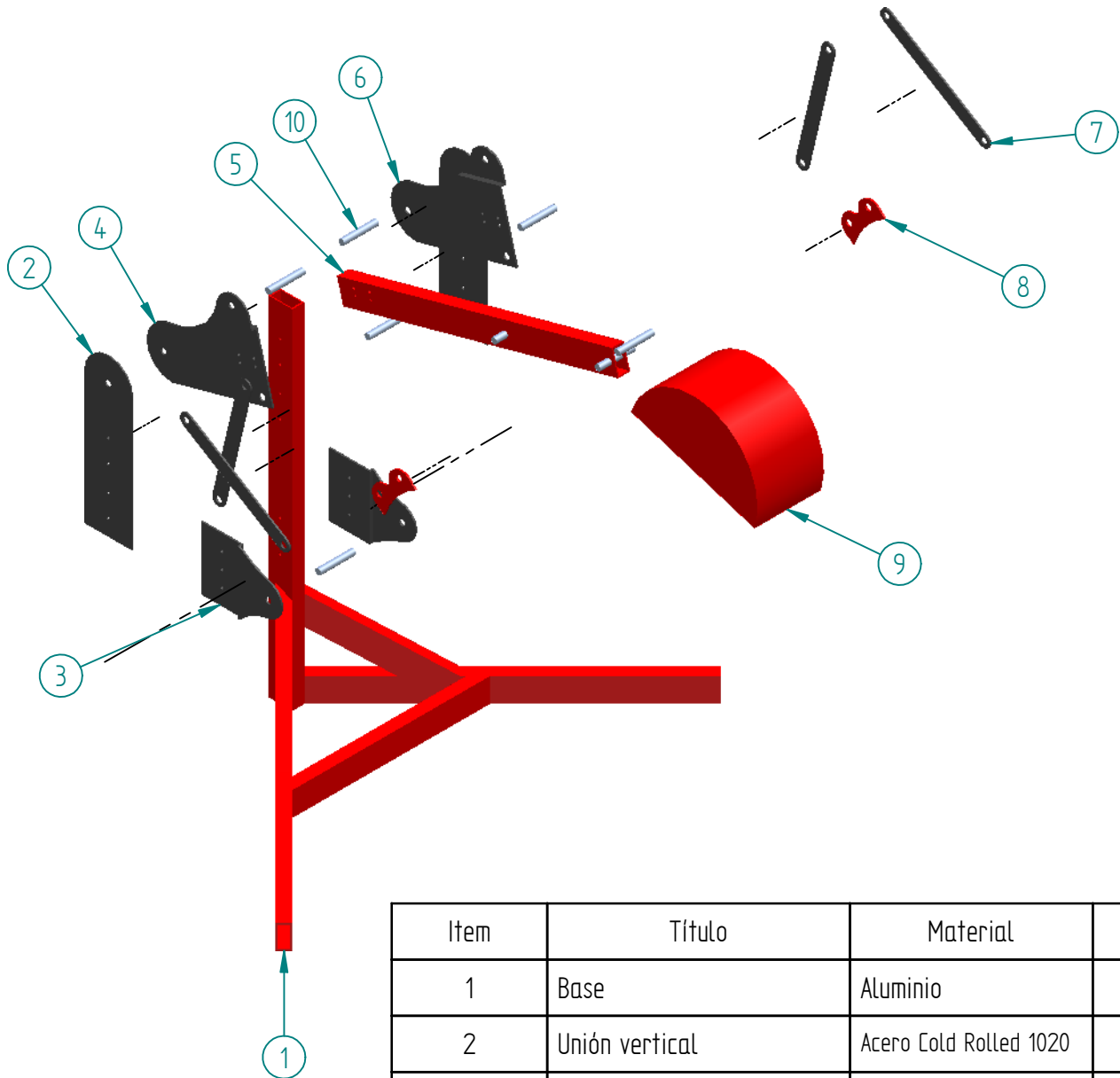
Ilustración 13. Ensamble del brazo hidráulico. Fuente: Autores del proyecto.



Ilustración 14. Brazo hidráulico terminado. Fuente: Autores del proyecto.

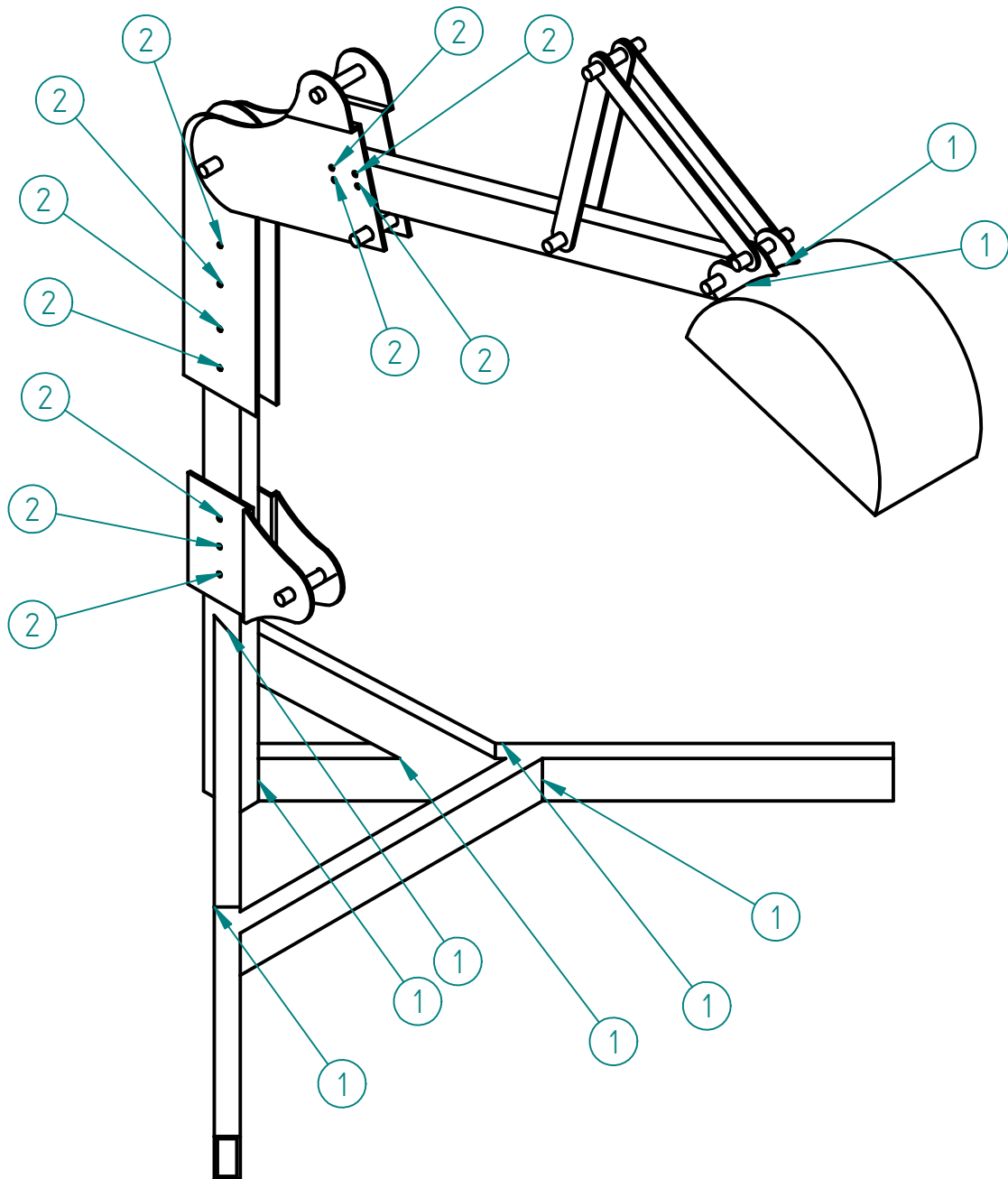
ANEXOS B

PLANOS



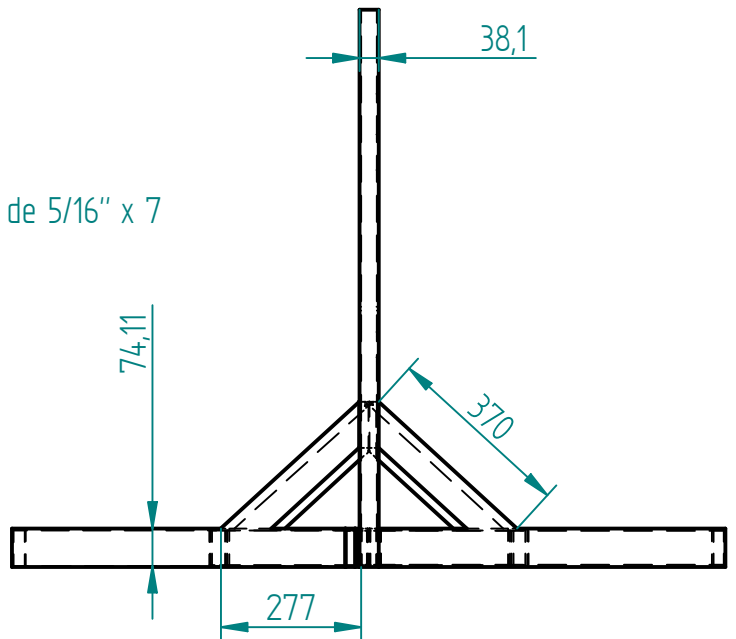
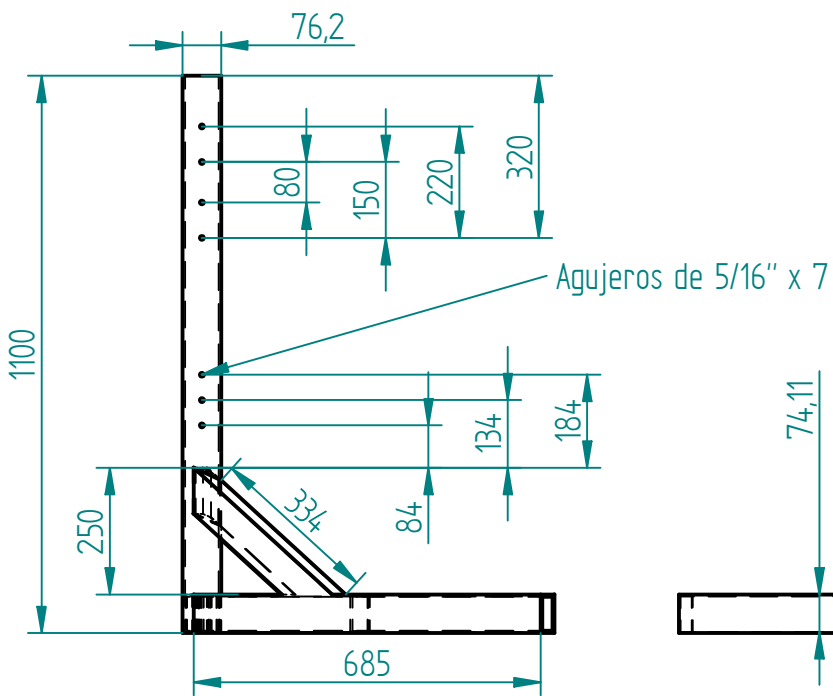
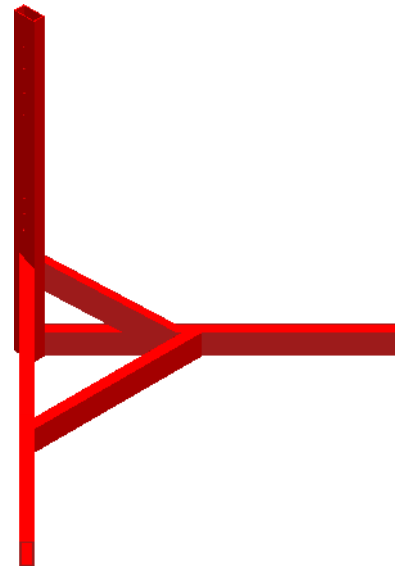
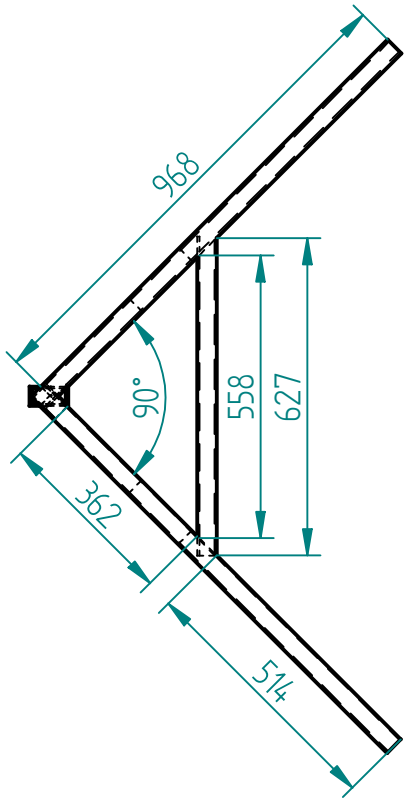
Item	Título	Material	Cantidad
1	Base	Aluminio	1
2	Unión vertical	Acero Cold Rolled 1020	2
3	Apoyo del cilindro	Acero Cold Rolled 1020	2
4	Unión horizontal frontal	Acero Cold Rolled 1020	1
5	Barra longitudinal	Aluminio	1
6	Unión horizontal posterior	Acero Cold Rolled 1020	1
7	Barra del mecanismo	Acero Cold Rolled 1020	4
8	Soporte de la pala	Aluminio	2
9	Pala	Aluminio	1
10	Eje	Acero AISI 1020	8

	NOMBRE	PLANO PIEZA N°	-
DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	10
	CAMILO GOMEZ	Vista en explosión	
REVISO	E. CORDOBA	MATERIALES: Definidos en la tabla	
Facultad de ingeniería mecánica			
		ESC: 1:15	MEDIDAS mm



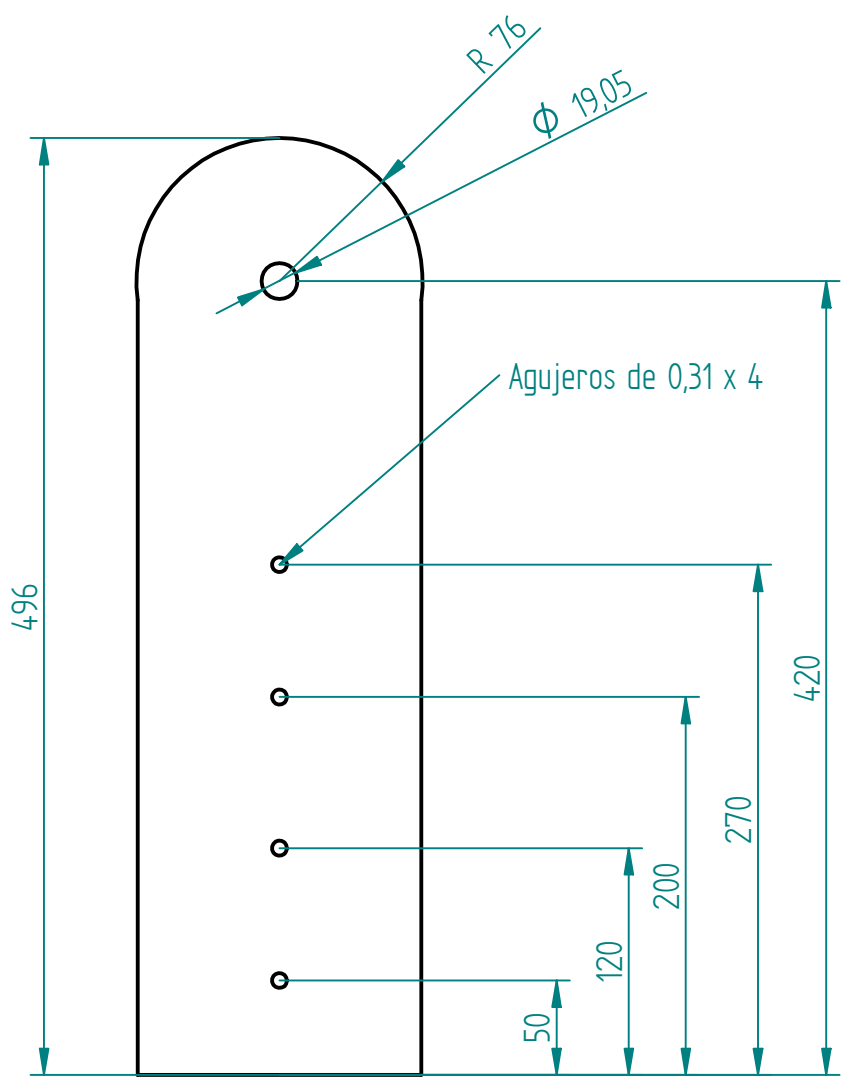
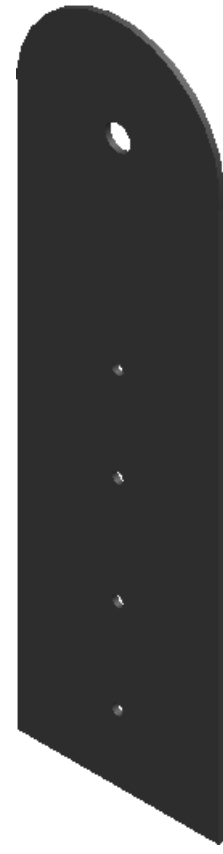
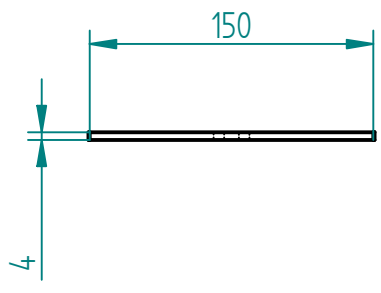
Item	Tipo de unión
1	Soldadura TIG
2	Tornillo en acero grado 5, rosca ordinaria, 5/16" x 2"

	NOMBRE	PLANO PIEZA N°	-
DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	-
	CAMILO GOMEZ	Tipos de uniones	
REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL:	
Facultad de ingeniería mecánica		ESC: 1:10	MEDIDAS mm

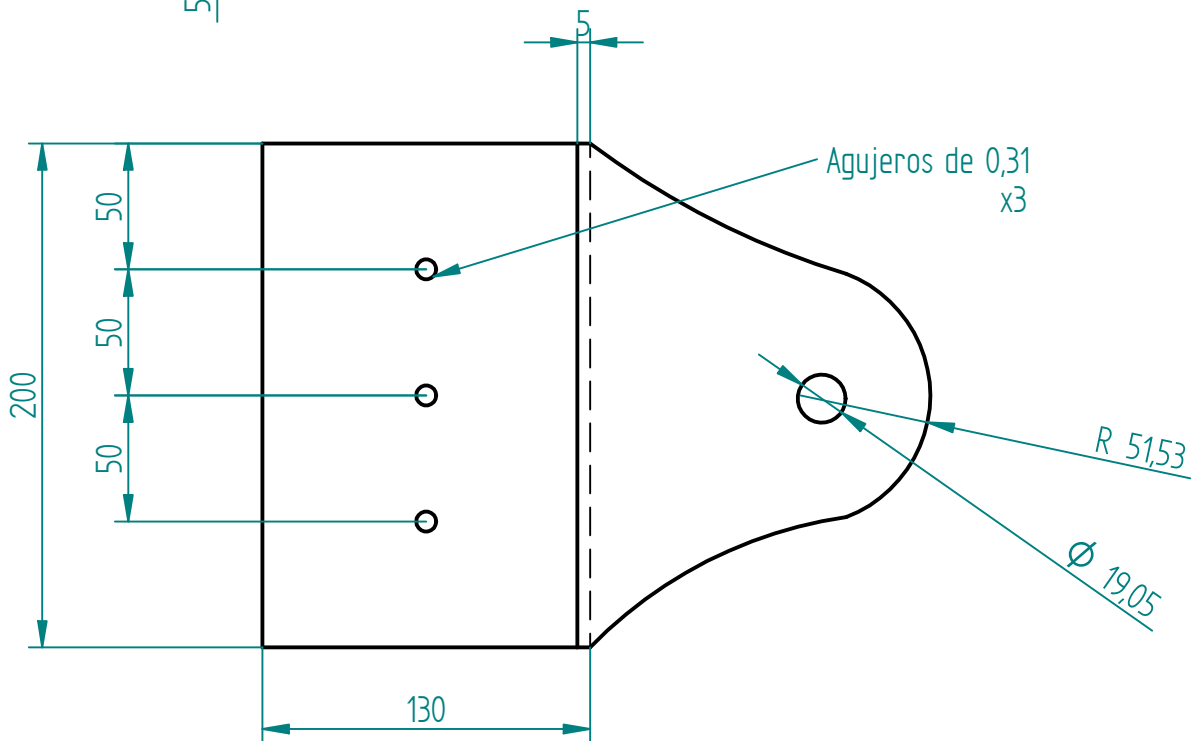
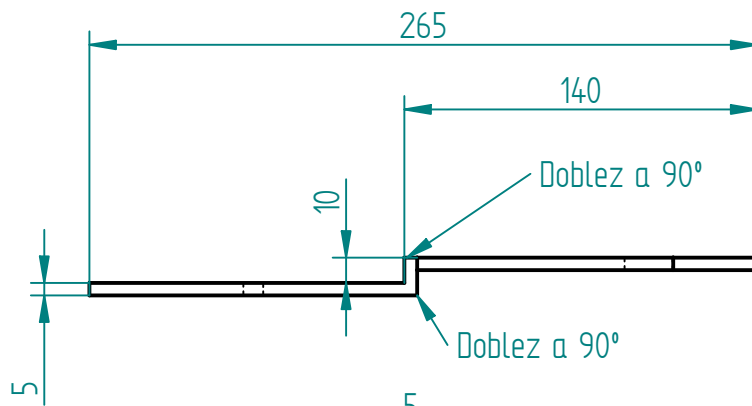


	NOMBRE	PLANO PIEZA N°	1
DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	1
	CAMILO GOMEZ	Base	
REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL: Aluminio	
Facultad de ingenieria mecanica		ESC: 1:15	MEDIDAS mm

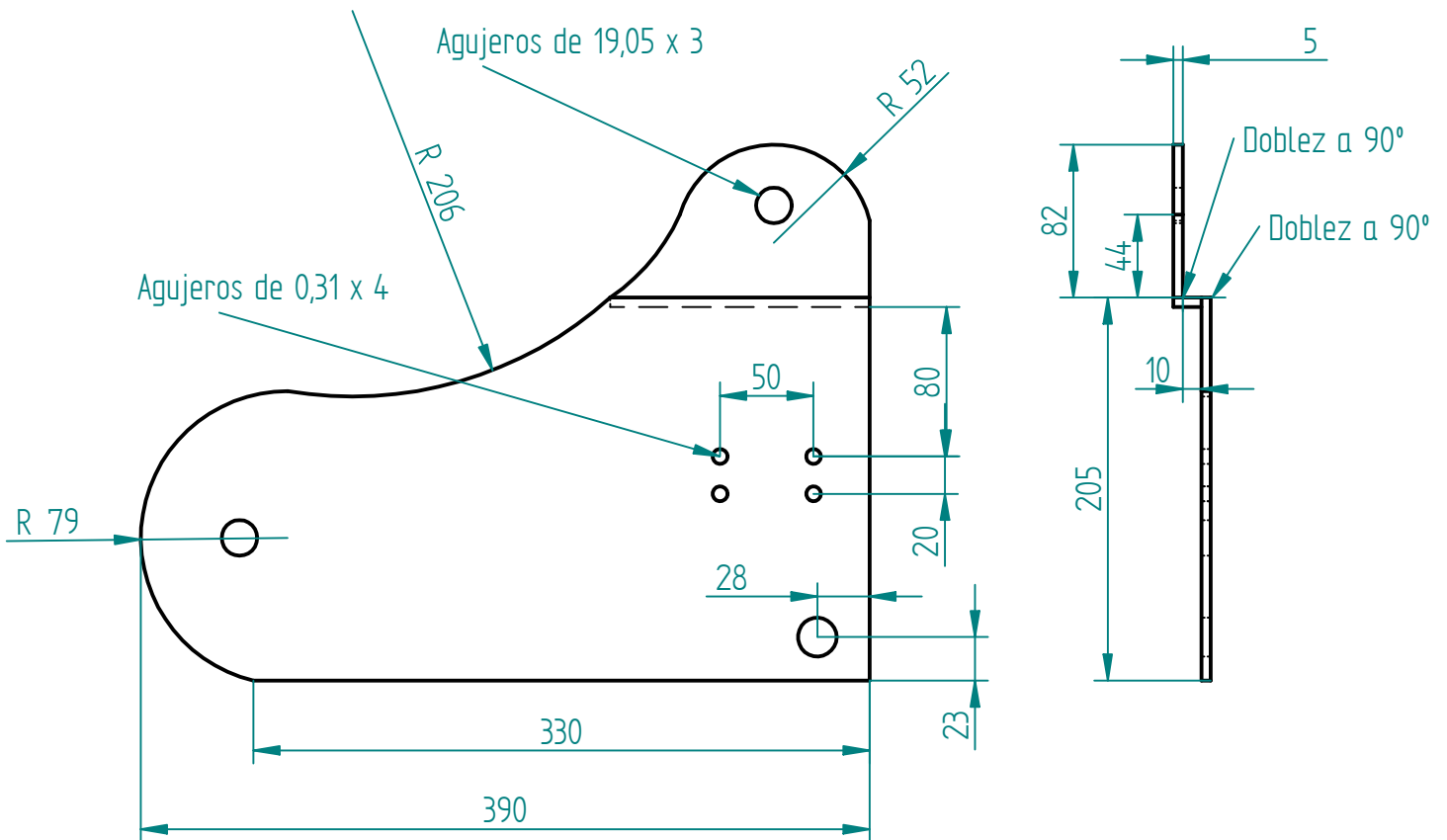
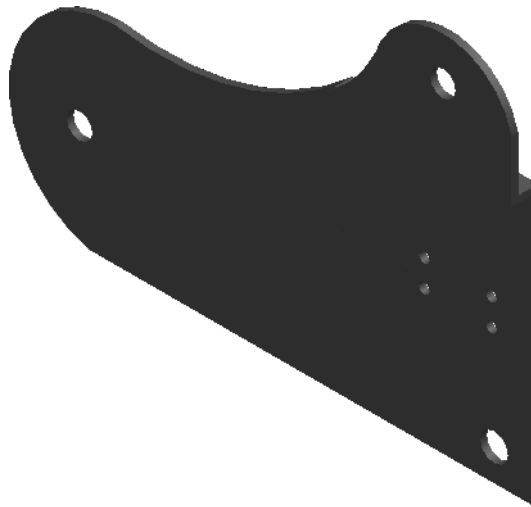
x2



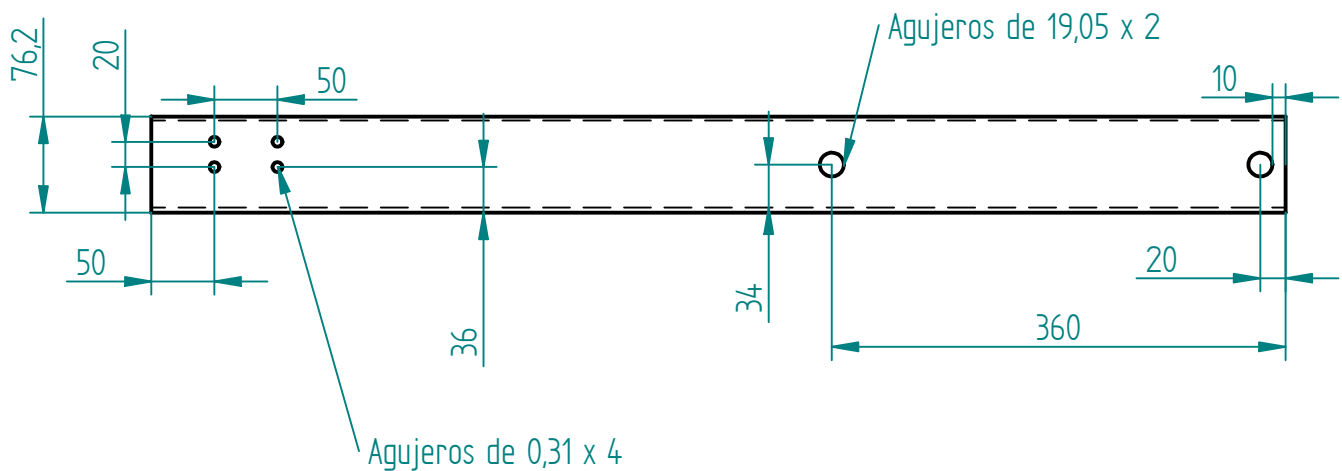
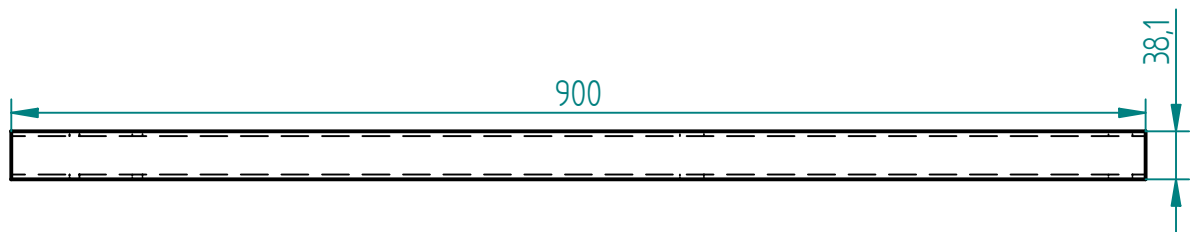
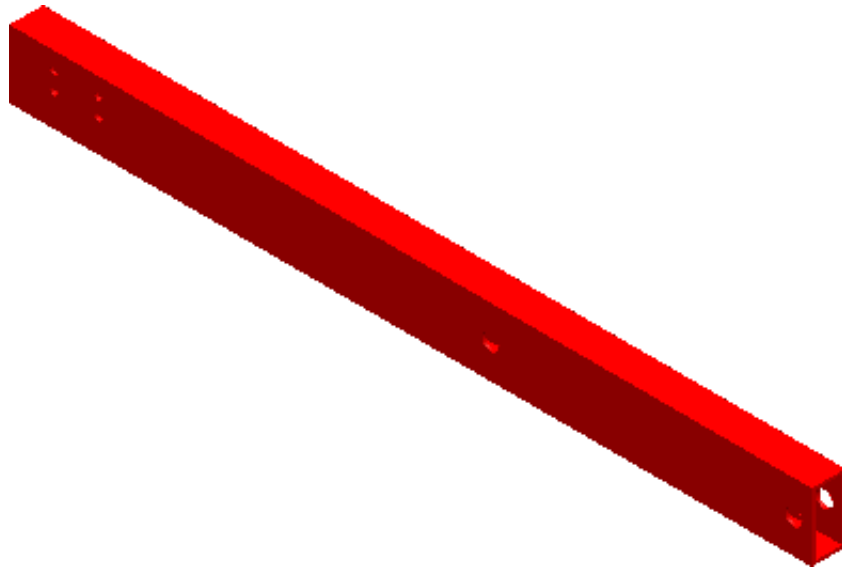
Todas las tolerancias para los agujeros son eje-1,6mm agujero1,2mm -2,4mm 0 mm		NOMBRE	PLANO PIEZA N°	2
	DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	2
		CAMILO GOMEZ	Unión vertical	
	REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL: Acero Cold rolled 1020	
Facultad de ingeniería mecánica		ESC: 1:4	MEDIDAS mm	



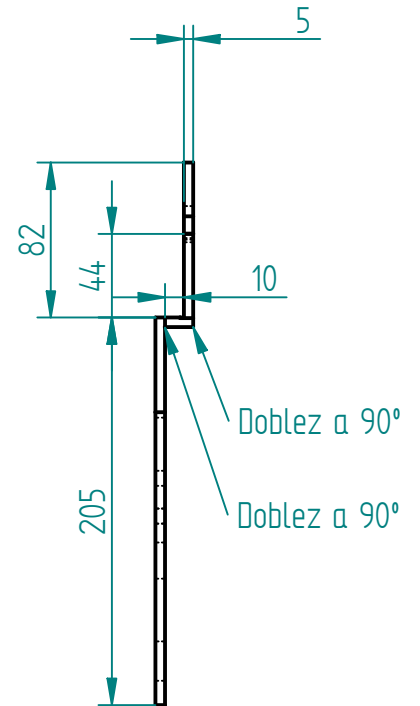
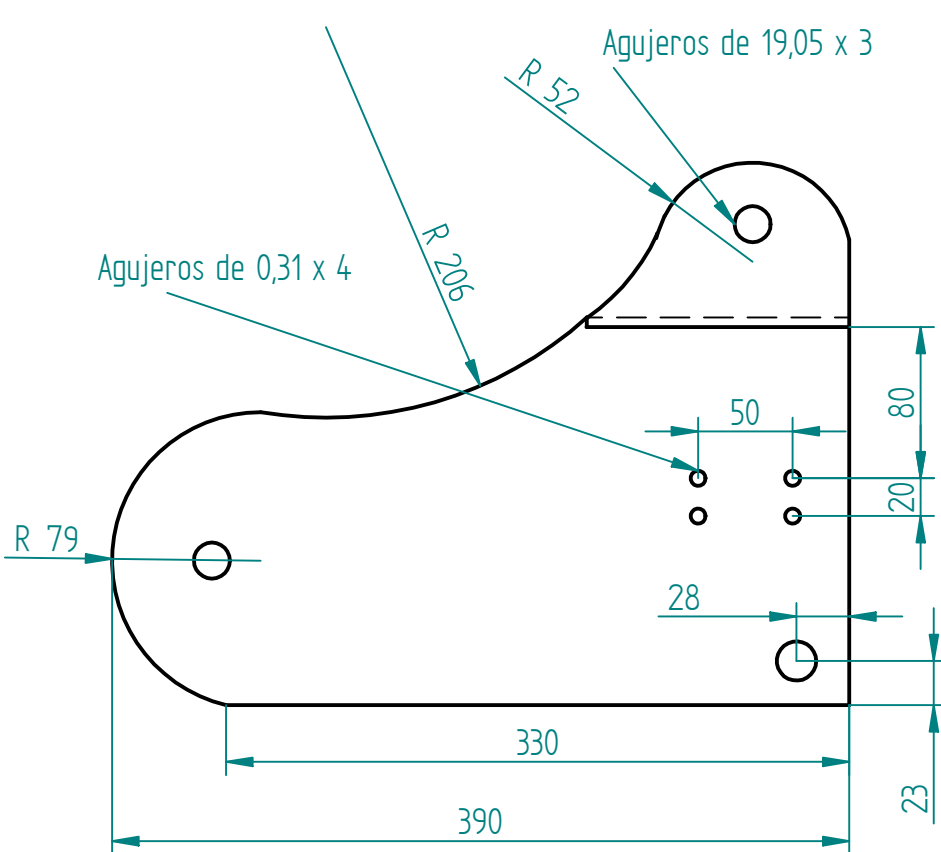
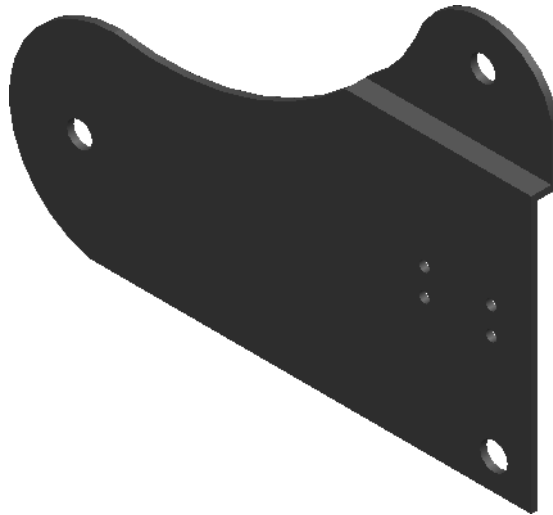
Todas las tolerancias para los agujeros son eje-1,6mm agujero1,2mm -2,4mm 0 mm		NOMBRE	PLANO PIEZA N°	3
	DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	2
		CAMILO GOMEZ	Apoyo del cilindro	
	REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL: Acero Cold rolled 1020	
Facultad de ingenieria mecanica		ESC: 1:3	MEDIDAS mm	



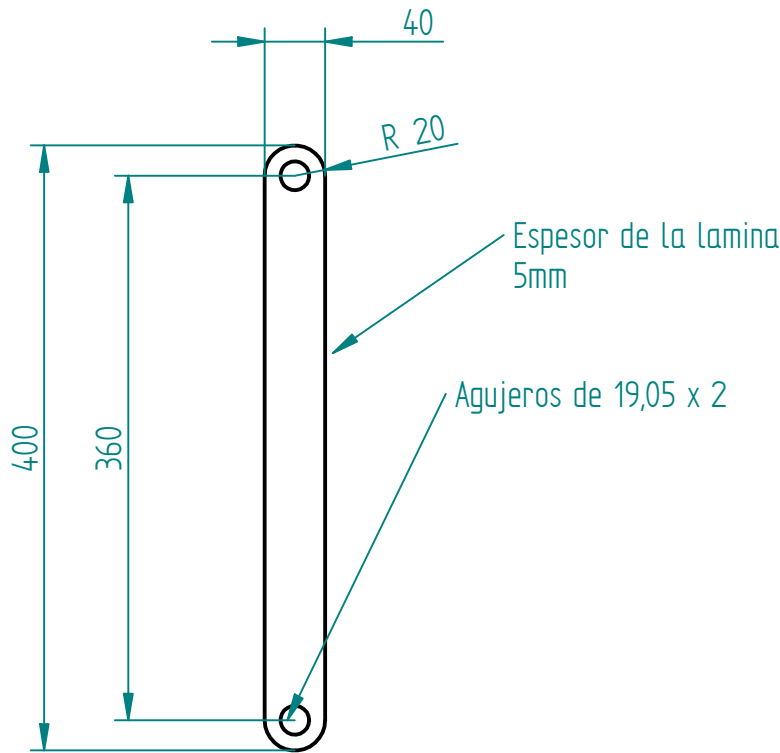
		NOMBRE	PLANO PIEZA N°	4
Todas las tolerancias para los agujeros son eje-16mm agujero1,2mm -2,4mm 0 mm	DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	1
		CAMILO GOMEZ	Soporte horizontal frontal	
	REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL: Acero Cold rolled 1020	
	Facultad de ingenieria mecanica		ESC: 1:4	MEDIDAS mm



Todas las tolerancias para los agujeros son eje-1,6mm agujero1,2mm -2,4mm 0 mm		NOMBRE	PLANO PIEZA N°	5
	DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	1
		CAMILO GOMEZ	Barra longitudinal	
	REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL: Aluminio	
Facultad de ingenieria mecanica		ESC: 1:6	MEDIDAS mm	



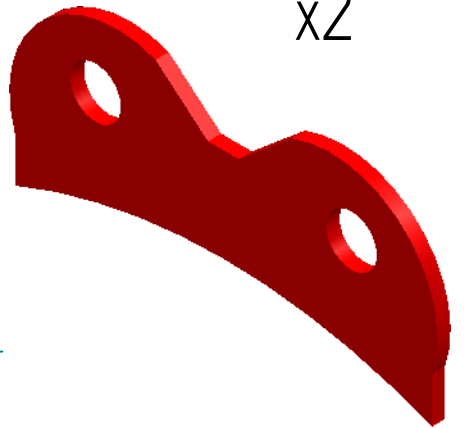
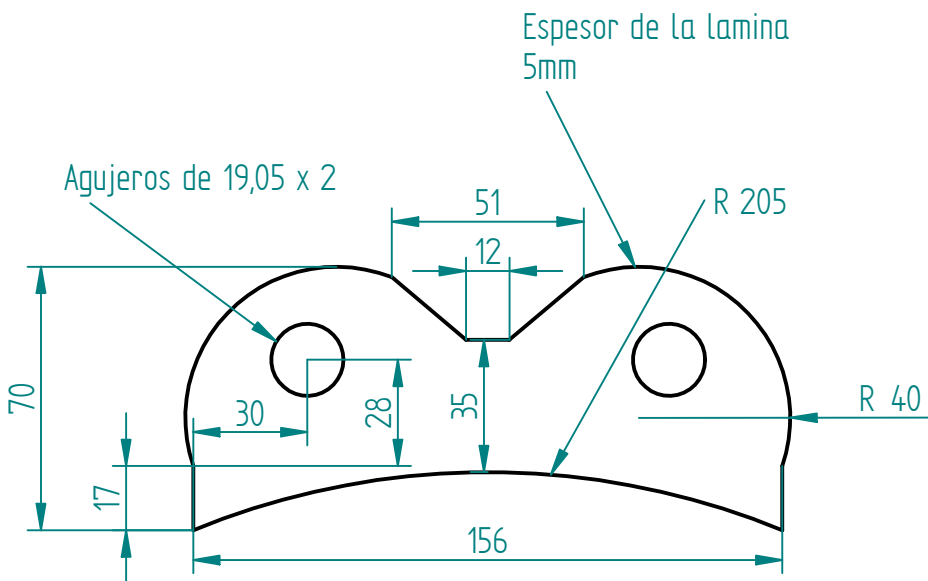
Todas las tolerancias para los agujeros eje -1,6mm agujero 1,2mm -2,4mm 0 mm		NOMBRE	PLANO PIEZA N°	6
	DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	1
		CAMILO GOMEZ	Soporte horizontal posterior	
	REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL: Acero Cold rolled 1020	
Facultad de ingenieria mecanica		ESC: 1:4	MEDIDAS mm	



x4

Barra del mecanismo

1:5

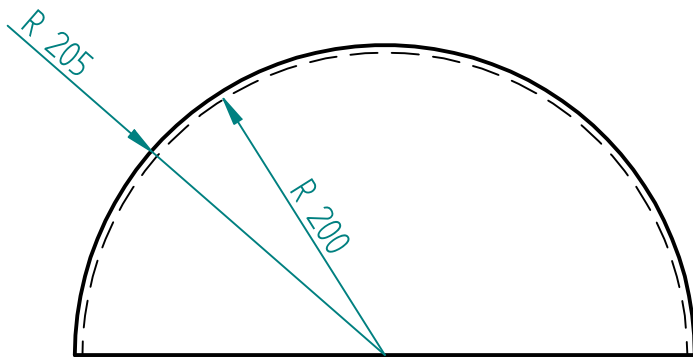
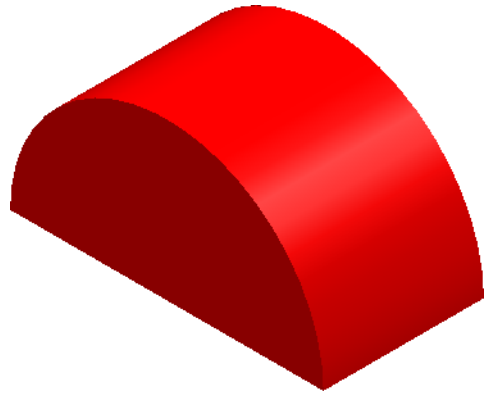
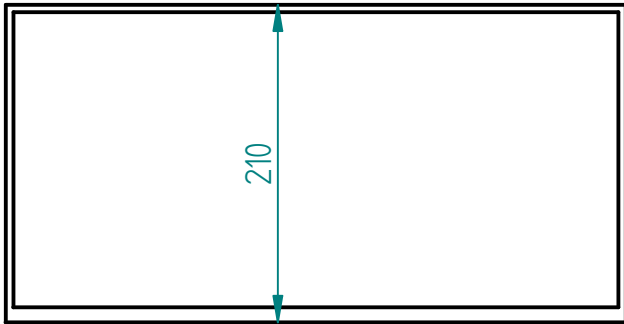


x2

Soporte de la pala

1:2

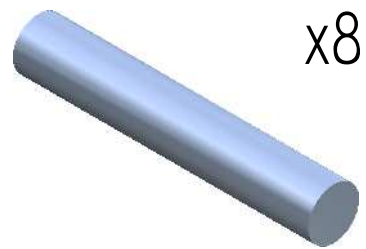
Todas las tolerancias para los agujeros eje -1,6mm agujero 1,2mm -2,4mm 0 mm		NOMBRE	PLANO PIEZA N°	7 - 8
	DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	6 - 2
		CAMILO GOMEZ	Piezas	
	REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL: Acero Cold Rolled 1020 - Aluminio	
Facultad de ingenieria mecanica		ESC: -	MEDIDAS mm	



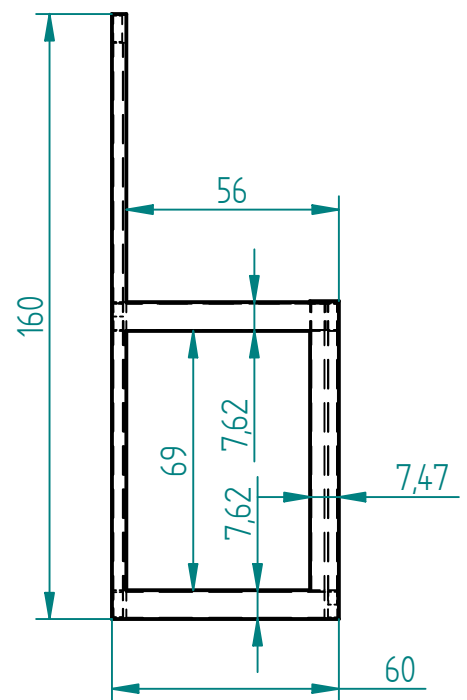
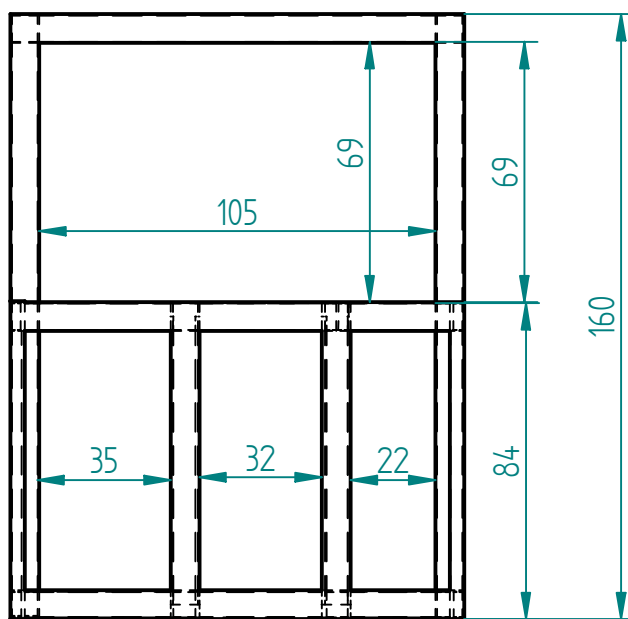
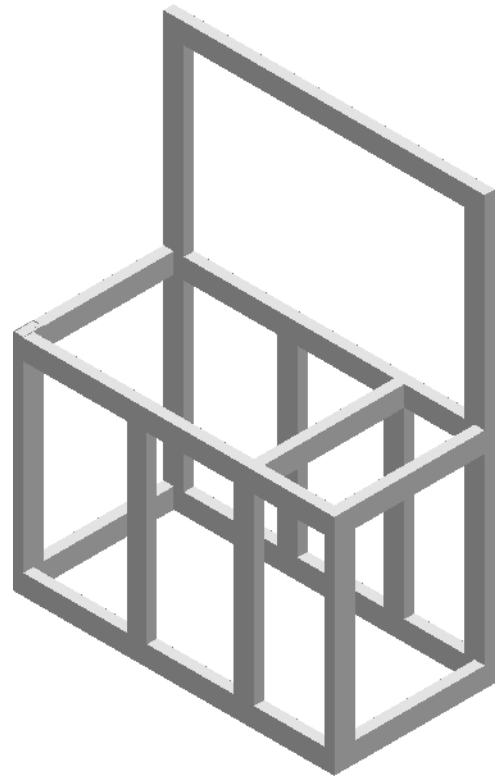
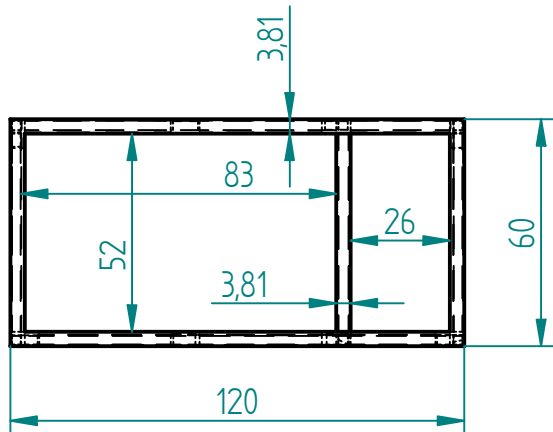
1:5



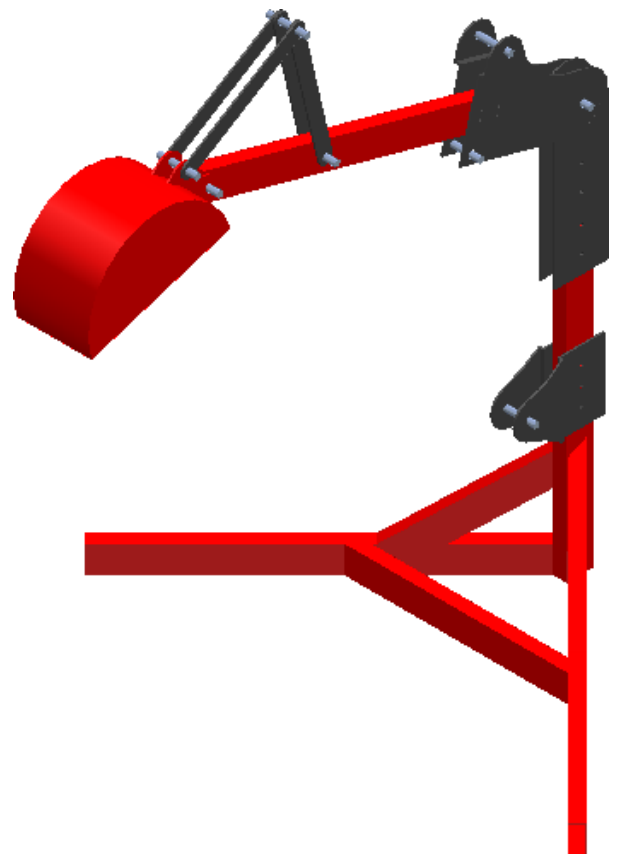
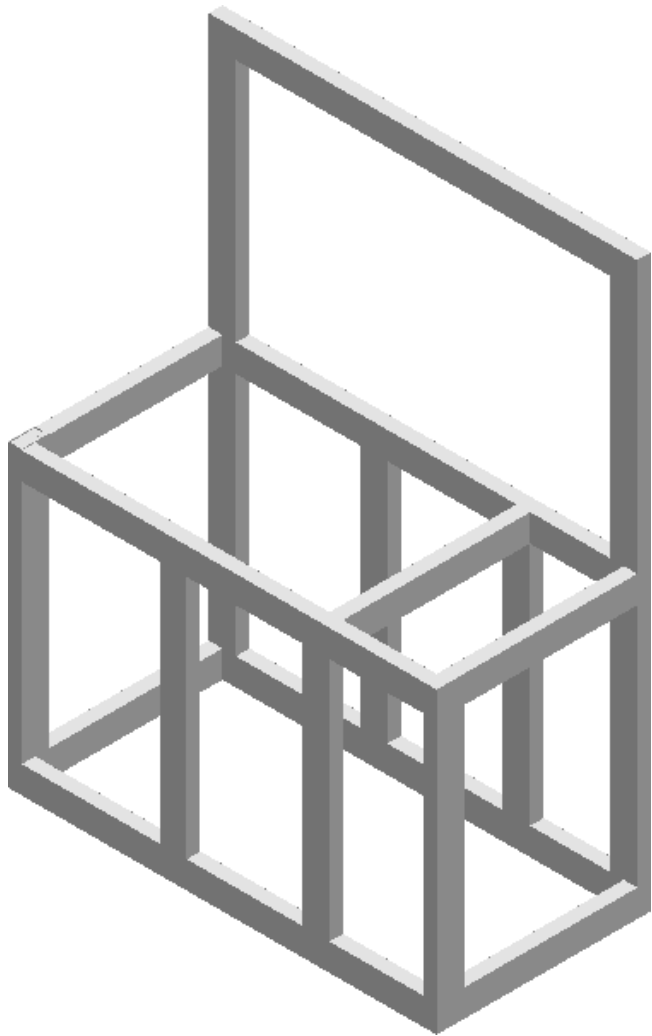
1:2



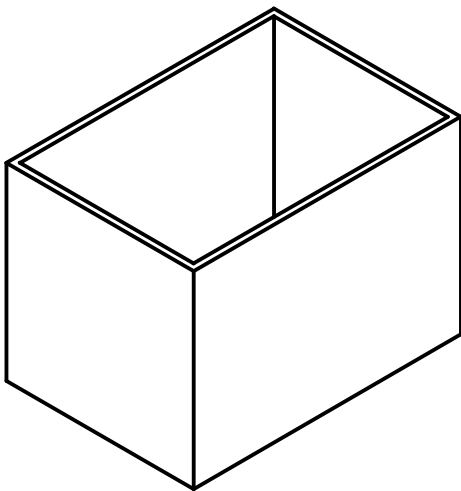
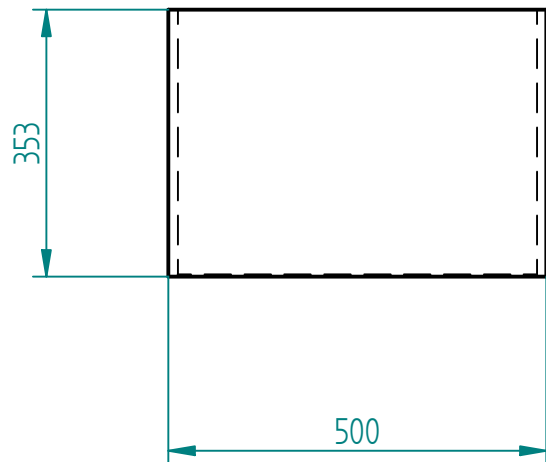
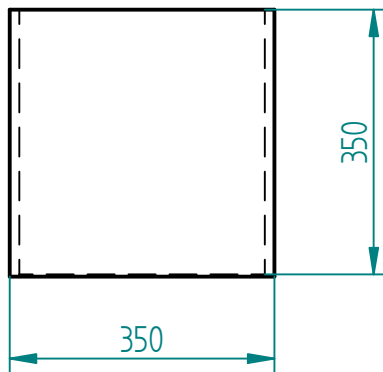
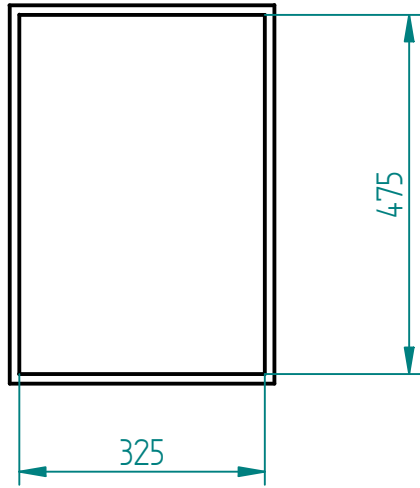
	NOMBRE	PLANO PIEZA N°	9 - 10
DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	1 - 8
	CAMILO GOMEZ		
REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL: Aluminio - Acero AISI 1020	
Facultad de ingenieria mecanica		ESC: -	MEDIDAS mm



	NOMBRE	PLANO PIEZA N°	1
DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	1
	CAMILO GOMEZ	Marco del banco de pruebas	
Todas las uniones tienen soldadura electrica con electrodo 6013	REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL: Acero AISI 1020
	Facultad de ingenieria mecanica		ESC: MEDIDAS mm



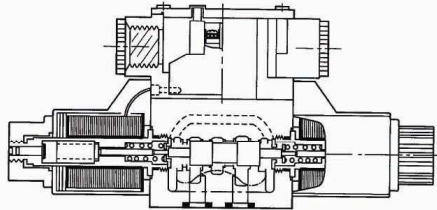
	NOMBRE	PLANO PIEZA N°	
DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	
	CAMILO GOMEZ	Conjunto general	
REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL:	
Facultad de ingenieria meccanica		ESC: 1:15	MEDIDAS mm



Las uniones se realizan con soldadura TIG		NOMBRE	PLANO PIEZA N°	1
	DIBUJO	JULIO DIAZ	NUMERO PIEZAS	1
		CAMILO GOMEZ		
	REVISO	E. CORDOBA	MATERIAL: ALUMINIO	
	Facultad de ingenieria mecanica		ESC: 1:10	MEDIDAS mm

ANEXOS C
ESPECIFICACIONES
ELEMENTOS

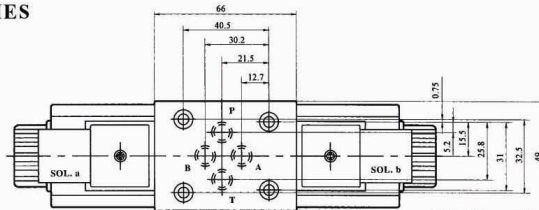
SOLENOID VALVE INTRODUCTION



ORDERING CODE

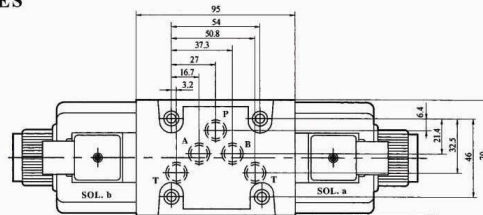
<p>SHD</p> <p>High pressure. High flow. Solenoid directional valve.</p>	<p>02G</p> <p>Valve size : 02G, 03G.</p>	<p>3C2</p> <p>Spool type.</p>	<p>A22</p> <p>Coil voltage A24 : AC240V, 60HZ/AC220V, 50HZ. A22 : AC220V, 60HZ/AC200V, 50HZ. A12 : AC120V, 60HZ/AC110V, 50HZ. A11 : AC110V, 60HZ/AC100V, 50HZ. D12 : DC12V. D24 : DC 24V. R11 : AC 110V (Rectifier inside). R22 : AC 220V (Rectifier inside).</p>	<p>*</p> <p>Wiring. Omit : Terminal box with indicating lamp. D : DIN plug-in connector.</p>
--	---	--------------------------------------	--	---

SHD-02G SERIES




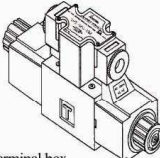
- Mounting bolt kits are supplied with valve socket head cap screws M5 X 45 L. 4 pieces.
- O-ring P9 (8.81 ϕ X 12.6 o.d.) 4 pieces.

SHD-03G SERIES



- Mounting bolt kits are supplied with valve socket head cap screws M6 X 35 L. 4 pieces.
- O-ring P12 (11.81 ϕ X 16.6 o.d.) 5 pieces.

SHD - 02G SERIES

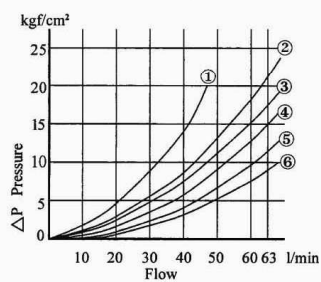
SHD-02G SERIES	
 DIN-plug in connector	 Terminal box
SPECIFICATIONS	
Maximum operating pressure :	315 kg/cm ² (Spool 6 type 250 kg/cm ² only).
Rated flow capacity :	63 l/min.
Maximum T line back pressure :	140 kg/cm ²
Maximum frequency of operation :	160 cycle/min.
Filtration :	25 Micron.
Ambient temperature range :	-5°C~60°C.
Weight :	Double solenoid AC 2 kgs/DC 2.3 kgs. Single solenoid AC 1.7 kgs/DC 1.8 kgs.

PERFORMANCE CHART

SPOOL TYPE	C2	C3	C4	C40	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	D2	D3	B2	B3
P → A	5	6	5	5	1	1	6	5	6	5	6	5	5	6	2	3
B → T	5	6	6	5	1	1	5	5	5	6	5	5	2	3	2	3
P → B	5	6	5	5	1	1	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5
A → T	5	6	6	5	1	1	5	6	5	5	5	6	2	3	5	5
P → T	-	4	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PERFORMANCE CURVES

Test fluid viscosity : 35 cst (175 ssu)
Test temperature : 50°C (122° F)

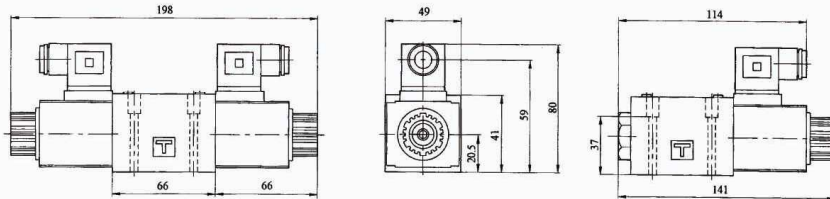


SOLENOID RATING

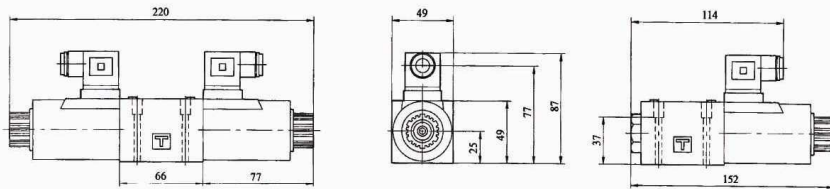
POWER	COIL VOLTAGE	HZ	CURRENT AT RATED VOLTAGE		POWER REQUIREMENT (W)
			IN-RUSH CURRENT (A)	HOLDING CURRENT (A)	
AC	A110	50	1.6	0.46	26
		60	1.4	0.32	
			1.5	0.39	
	A120	50	1.3	0.38	
		60	1.2	0.27	
	A220	50	0.80	0.23	
		60	0.70	0.16	
			0.75	0.19	
	A240	50	0.67	0.19	
		60	0.59	0.13	
DC	D12			2.2	
	D24			1.1	

SHD - 02G SERIES

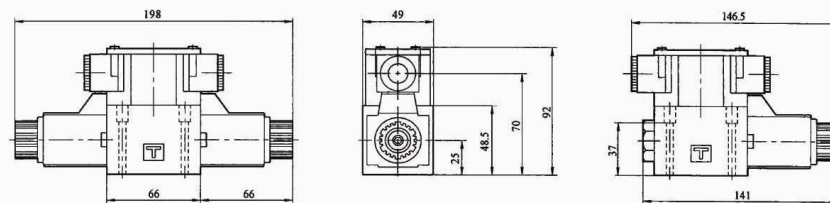
DIN PLUG-IN CONNECTOR AC SOLENOID



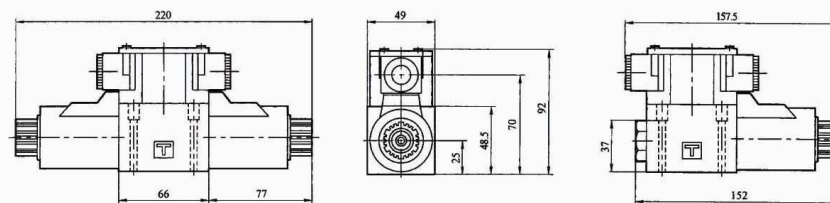
DC SOLENOID



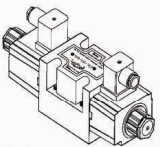
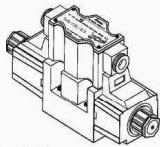
TERMINAL BOX AC SOLENOID



DC SOLENOID



SHD - 03G SERIES

SHD-03G SERIES	
 DIN-plug in connector	 Terminal box
SPECIFICATIONS	
Maximum operating pressure :	315 kg/cm ² (Spool 6 type 250 kg/cm ² only).
Rated flow capacity :	100 l/min.
Maximum T line back pressure :	140 kg/cm ² .
Maximum frequency of operation :	160 cycle/min.
Filtration :	25 Micron.
Ambient temperature range :	-5°C-60°C.
Weight :	Double solenoid AC 4.6 kgs/DC 5.8 kgs. Single solenoid AC 3.8 kgs/DC 4.4 kgs.

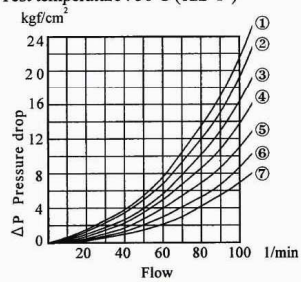
PERFORMANCE CHART

SPOOL TYPE	C2	C3	C4	C40	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	D2	D3	B2	B3
P → A	4	6	4	4	6	5	6	4	6	5	6	4	3	3	2	2
B → T	5	6	7	5	5	5	5	5	5	6	5	5	3	3	2	2
P → B	4	6	4	4	4	5	6	4	4	4	4	4	4	5	4	5
A → T	5	6	7	5	6	5	5	7	5	5	5	7	5	5	5	6
P → T	-	6	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PERFORMANCE CURVES

Test fluid viscosity : 35 cst (175 ssu)

Test temperature : 50°C (122° F)



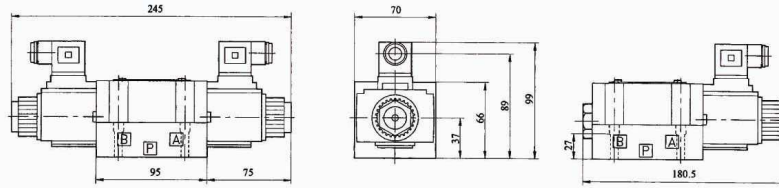
SOLENOID RATING

POWER	COIL VOLTAGE	HZ	CURRENT AT RATED VOLTAGE		POWER REQUIREMENT (W)	
			IN-RUSH CURRENT (A)	HOLDING CURRENT (A)		
AC	A110	50	3.20	0.80	38	
		60	2.90	0.65		
	A120	50	3.50	0.84		
		60	2.97	0.64		
	A220	50	1.72	0.42		
		60	1.47	0.32		
	A240	50	1.73	0.42		
		60	1.47	0.32		
	DC	D12				3.1
		D24				1.6

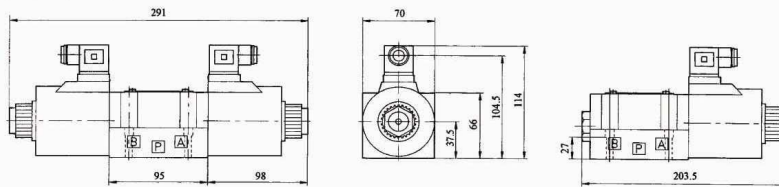
SHD- 03G SERIES

DIN PLUG-IN CONNECTOR

AC SOLENOID

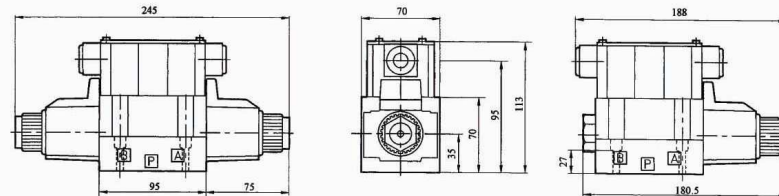


DC SOLENOID

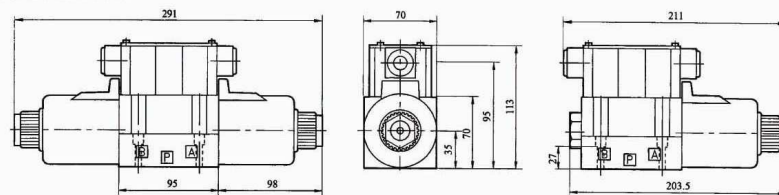


TERMINAL BOX

AC SOLENOID



DC SOLENOID



PRESSURE CONTROL VALVES

PILOT OPERATED RELIEF VALVES

B Series relief valve use in hydraulic system to limit system pressure, and protect pump against over pressure .

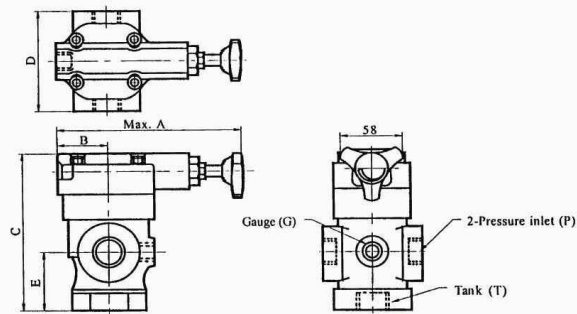
Max. working pressure : 250 kg/cm²

Max. flow : 04 – 100 l/min.

06 – 180 l/min.

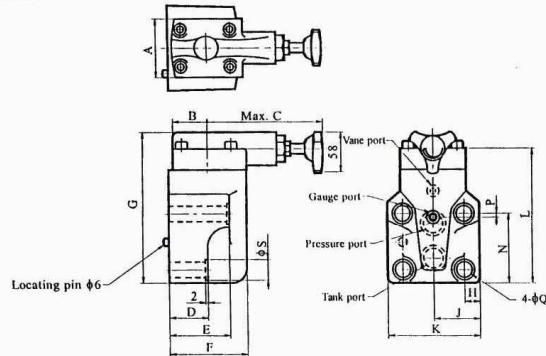
10 – 400 l/min.

BT - 04 ,06 ,10



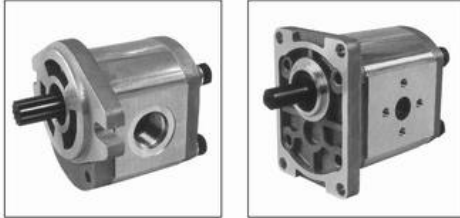
Model	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	P port	T port	G port
BT-04	142	33.0	111	84.5	42	1/2"	1/2"	1/4"
BT-06	165	38.5	140	103.0	51	3/4"	3/4"	
BT-10			183	130.0	68	1 1/4"	1 1/4"	

BG - 03 ,06 ,10



Model	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm	J mm	K mm	L mm	N mm	P mm	Q mm	S mm
BG-03	75	40	105	57	78	78.0	137	14.1	41	82	117	77.0	22.0	13.5	21
BG-06				40	60		161	17.0	52	104	141	83.5	4.5	17.5	26
BG-10	85	45	103	47	67	87.5	195	20.7	62	124	175	110.0	6.0	21.5	32

■ RGP - F3 SERIES GEAR PUMP

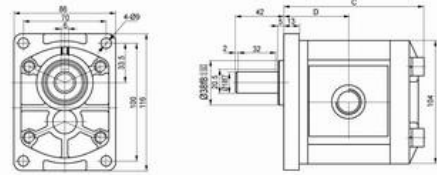
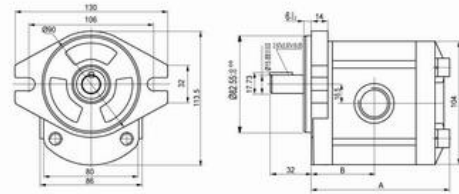


HOW TO ORDER

RGP - F3 ** - R ** * * - *

- Gear Pump
- Series Number
- Nominal Discharge
- Rotation (from shaft side)
R: clock wise
L: anti-clock wise
- Cover
Omit: aluminum
C: casting iron
- In / Outlet Port
Omit: thread
F: flange
- Mounting Flange
Omit: 2 bolt
S : 4 bolt
- Shaft Type
Omit: Ø15.88 square key
19 : Ø19.05 square key
S * : SAE * spline

Model	Displacement ml/rev	Pressure Mpa		Speed rpm		Input Power		Weight kg	
		Rated	Max	Max	Min	kw	2 bolt	4 bolt	
RGP-F304	4					3.2	2.35	2.50	
RGP-F306	6					4.7	2.45	2.60	
RGP-F308	8					6.3	2.55	2.70	
RGP-F310	10					7.8	2.60	2.80	
RGP-F312	12					9.4	2.69	2.85	
RGP-F314	14	20	25			11.0	2.73	2.88	
RGP-F316	16	(2800 psi)	(3500 psi)	3500	600	12.5	2.85	3.01	
RGP-F318	18					14.1	2.96	3.12	
RGP-F320	20					15.7	3.05	3.20	
RGP-F323	23					18.0	3.25	3.29	
RGP-F325	25					19.6	3.27	3.41	
RGP-F328	28	18	20			22.0	3.50	3.64	
RGP-F330	30	(2200 psi)	(2800 psi)			23.5	3.60	3.70	



MODEL	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	PORT	
					INLET	OUTLET
RGP-F304	95	44	98	46		
RGP-F306	98	45	100	47	1/2"	1/2"
RGP-F308	101.5	46.25	103.5	48.75		
RGP-F310	104	48	106	50		
RGP-F312	108	50	110	52		
RGP-F314	110	51	112	53		
RGP-F316	114	53	116	55		
RGP-F318	117	54.5	119	56.5	3/4"	1/2"
RGP-F320	120	56	122	58		
RGP-F323	123	57.5	125	59.5		
RGP-F325	128	60	130	62		
RGP-F328	133	62.5	135	64.5		
RGP-F330	138	64	138	66		