

DISEÑO DE UN BANCO DIDÁCTICO DE PRÁCTICAS OLEOHIDRÁULICAS
PARA EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA DE
LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS.

PRESENTADO POR:

JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2014

DISEÑO DE UN BANCO DIDÁCTICO DE PRÁCTICAS OLEOHIDRÁULICAS
PARA EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA DE
LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS.

Presentado por:

JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ CASTAÑEDA

Presentado a: Comité de Trabajos de Grado

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

YOLANDA TORRES PÉREZ
Ingeniera Mecánica

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2014

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Tunja, 15 de agosto de 2014

Dedicatoria

A mi familia en especial a mi madre, quien siempre ha confiado en mí y conoce del gran esfuerzo que he realizado para poder adelantar mis estudios.

A mis hermanos en quienes deposito siempre toda mi confianza, son mi ejemplo a seguir porque son buenas personas, trabajadoras, de corazones nobles y generosos.

A quienes me conocen y le han aportado cosas positivas a mi vida.

A mi señor Dios, porque llena mi vida con bendiciones, salud y prosperidad.

Agradecimientos

A mi Universidad Santo Tomás, en especial a la decanatura de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

A la Doctora Yolanda Torres Pérez, por sus aportes y recomendaciones a la realización del presente documento.

Al Ingeniero Guillermo Alva, instructor del SENA, especialista en sistemas hidráulicos, por su tiempo y colaboración desinteresada.

Al Ingeniero Alonso Hernández, decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y docente por sus conocimientos aportados sobre maquinas hidráulicas.

Al Ingeniero German Andrés Gutiérrez, por sus conocimientos en el campo de la automatización y circuitos eléctricos de control.

A los señores jurados, Ingenieros Nelson Peña y José Luis Vargas.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	4
INTRODUCCIÓN	5
1. ANTECEDENTES DE BANCOS HIDRÁULICOS DIDÁCTICOS	6
1.1 BANCOS HIDRÁULICOS DIDÁCTICOS COMERCIALES	6
1.2 DIAGNÓSTICO DE CAMPO	8
2. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE HIDRÁULICA	11
2.1 INTRODUCCIÓN A LA OLEOHIDRÁULICA	11
2.2 PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS	11
2.3 CONCEPTOS DE FÍSICA APLICABLES	12
3. SISTEMAS HIDRÁULICOS	13
3.1 INTRODUCCIÓN	13
3.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA HIDRÁULICO	13
3.4 GENERALIDADES SOBRE VÁLVULAS	16
3.4.1 Válvulas reguladoras de presión	16
3.4.2 Válvulas reguladoras de caudal	17
3.4.3 Válvulas distribuidoras	17
3.5 EL DEPÓSITO HIDRÁULICO	18
3.6 ACTUADORES HIDRÁULICOS	18
3.7 COMPONENTES SECUNDARIOS	19
3.8 CONDUCTORES DE FLUIDOS	19
3.9 CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO HIDRÁULICO	20
4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y CÁLCULOS DE INGENIERÍA	21
4.1 VARIABLES QUE INTERVIENEN EN UN CIRCUITO HIDRÁULICO	21
4.1.1 Cálculo de dimensiones para cilindros hidráulicos	21
4.1.2 Variables para el cálculo de potencia hidráulica	22
4.2 INVENTARIO DE ELEMENTOS EXISTENTES EN LA USTA	24
4.3 CÁLCULO DE PRESIÓN DE SERVICIO	26
4.3.1 Cálculo de accionamiento de los cilindros	27

4.3.2 Recomendación de presión de funcionamiento	29
5. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL BANCO	31
5.2 DISEÑO PLANTEADO COMO SOLUCIÓN	31
5.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SELECCIÓN DE MATERIALES	36
5.4 COMPROBACIÓN DE RESULTADOS POR ELEMENTOS FINITOS	52
6. CIRCUITOS HIDRÁULICOS PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO	57
6.1 PARÁMETROS DE SELECCIÓN	57
6.2 NORMA UNE-101 149 86 (ISO 1219-1 / ISO 1219-2)	58
6.3 COMPONENTES ELÉCTRICOS	62
6.3.1 Los contactos eléctricos	62
6.3.2 Relés	63
6.4 SELECCIÓN DE CIRCUITOS HIDRÁULICOS	64
6.5 SELECCIÓN DE COMPONENTES FALTANTES	70
6.6 FLUIDO HIDRÁULICO RECOMENDADO	73
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS	76
ANEXOS	80

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Banco hidráulico Learnline Móvil	6
Imagen 2. Banco de entrenamiento hidráulico	7
Imagen 3. Banco de oleohidráulica SENA	8
Imagen 4. Gavetas para accesorios	8
Imagen 5. Doble tablero de trabajo	9
Imagen 6. Rejilla de drenado de aceite	9
Imagen 7. Acumulador de presión	9
Imagen 8. Banco fijo de un sólo tablero	10
Imagen 9. Gavetas divisorias para accesorios	10
Imagen 10. Mangueras de conexión	10
Imagen 11. Esquema de un sistema hidráulico básico con mando manual	14
Imagen 12. Gráfica de rendimiento de una bomba centrífuga	15
Imagen 13. Rendimiento de una bomba de desplazamiento positivo	15
Imagen 14. Componentes de una unidad hidráulica	18
Imagen 15. Manómetro inoxidable	19
Imagen 16. Unidad hidráulica propiedad de la USTA	25
Imagen 17. Cilindro HCA-140-32-25 propiedad de la USTA	25
Imagen 18. Cilindro HCA-140-32-200 propiedad de la USTA	25
Imagen 19. Mangueras PEHEL-SAE 100R2AT propiedad de la USTA	26
Imagen 20. Altura máxima de la estructura	32
Imagen 21. Altura de plano de trabajo (de pie), según tarea	33
Imagen 22. Coeficiente antropométrico	33
Imagen 23. Dimensiones del banco didáctico	34
Imagen 24. Modelado en 3D de la estructura	35
Imagen 25. Tableros con riel de perfilería en aluminio	37
Imagen 26. Diagrama de fuerzas aplicadas sobre la base superior	39
Imagen 27. Zona de contacto entre perno y tablero	42
Imagen 28. Sección transversal del marco de soporte	43
Imagen 29. Fuerzas aplicadas sobre el mesón del banco de trabajo	44
Imagen 30. Corte transversal de la placa en la región de menor área	45

Imagen 31. Diagrama de cortante y momento	46
Imagen 32. Diagrama de cuerpo libre y graficas de cortante y momento flexor de las vigas estructurales	48
Imagen 33. Diagrama de cuerpo libre sobre las gavetas	50
Imagen 34. Diagrama de fuerzas sobre las vigas inferiores	51
Imagen 35. Fuerzas aplicadas a la estructura	53
Imagen 36. Generación del enmallado	54
Imagen 37. Esfuerzos máximos generados en la estructura por las cargas aplicadas de la tabla 5	54
Imagen 38. Zona de posible colapso o rotura del material	55
Imagen 39. Tercer esfuerzo principal.....	56
Imagen 40. Corte transversal de una electroválvula	58
Imagen 41. Componentes de un contactor	63
Imagen 42. Simbología de mandos de control eléctricos IEC 1082-1.....	64
Imagen 43. Sistema de accionamiento de un cilindro de doble efecto	65
Imagen 44. Accionamiento de un cilindro con electroválvula direccional.....	66
Imagen 45. Diseño de circuito eléctrico de control.....	67
Imagen 46. Componentes de un final de carrera.....	67
Imagen 47. Accionamiento de un cilindro con finales de carrera	68
Imagen 48. Secuencia de accionamiento de dos cilindros	69
Imagen 49. Circuito cableado de control eléctrico	70

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Especificaciones de componentes	26
Tabla 2. Especificaciones técnicas de cilindros	27
Tabla 3. Esfuerzos teóricos a distintas presiones de trabajo	30
Tabla 4. Fuerzas aplicadas sobre los tableros.....	38
Tabla 5. Propiedades mecánicas de aluminios.....	42
Tabla 6. Propiedades mecánicas de metales	44
Tabla 7. Esfuerzos de trabajo para grupos A, B y C	47
Tabla 8. Maderas del grupo C y densidades respectivas	47
Tabla 9. Propiedades mecánicas para selección de material	49
Tabla 10. Descripción y propiedades mecánicas de aceros AISI	50
Tabla 11. Fuerzas aplicadas para cálculos de esfuerzos	53
Tabla 12. Materiales seleccionados para la construcción	56
Tabla 13. Normas UNE sobre temas oleohidráulicos	58
Tabla 14. Representación gráfica de bombas y depósitos	59
Tabla 15. Designación de válvulas	59
Tabla 16. Símbolos de componentes principales	60
Tabla 17. Simbología de válvulas direccionales	61
Tabla 18. Selección de componentes hidráulicos	71
Tabla 19. Selección de componentes eléctricos	72

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. PLANOS ESTRUCTURA DEL BANCO	81
ANEXO B. CATÁLOGOS DE VÁLVULAS	82
ANEXO C. CATÁLOGOS ACOPLES Y RACORES	83
ANEXO D. CATÁLOGO MANGUERAS	84
ANEXO E. CATÁLOGO ACEITE HIDRÁULICO	85
ANEXO F. PRÁCTICAS DE OLEOHIDRÁULICA	86

GLOSARIO

Actuadores: Es un dispositivo mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico.

Bobina: Arrollamiento de un alambre conductor aislado con esmalte dieléctrico alrededor de un cilindro sólido o hueco, con lo cual y debido a la especial geometría obtiene importantes características magnéticas.

Bomba hidráulica: Dispositivo que convierte la energía mecánica en energía hidráulica.

Caudal: Cantidad de fluido que pasa por unidad de tiempo.

Cilindro hidráulico: Son actuadores mecánicos que son usados para transmitir una fuerza a través de un recorrido lineal.

Circuito: Trayecto o ruta de una corriente eléctrica formado por conductores, protecciones, aparatos de maniobra y receptores eléctricos que transportan energía eléctrica entre fuentes.

Colectores: Bloques con ductos o perforaciones internas para hacer derivaciones de conexiones.

Contactador: Interruptor automático a distancia basado en procedimientos electromagnéticos, que es utilizado normalmente en circuitos eléctricos con lógica cableada.

Embolo: elemento que se mueve de forma alternativa dentro de un cilindro para interactuar con un fluido.

Final de carrera: Son interruptores y pulsadores que detectan la posición de un elemento móvil mediante accionamiento mecánico, los cuales forman parte de un circuito de control.

Fluido: Sustancia que sede a cualquier presión que tiende a alterar su forma. Los fluidos incluyen tanto líquidos como gases.

FluidSIM: Es una herramienta de simulación para el diseño de sistemas neumáticos e hidráulicos.

Hidráulica: Parte de la mecánica que estudia el equilibrio y movimiento de los fluidos.

Hidrodinámica: Ciencia de la ingeniería que estudia la energía de la presión y el flujo de los líquidos.

Hidrostática: ciencia de la ingeniería que estudia la energía de los líquidos en reposo.

Manómetro: Es un instrumento utilizado para medir la presión de los fluidos.

Presión: Es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie.

Pulsadores: Es un aparato de maniobra utilizado en circuitos de control para permitir el paso de corriente o interrumpirlo. Estos pueden ser de dos tipos, normalmente abiertos N.A. o normalmente cerrado N.C.

Racores: Es una pieza metálica con o sin roscas internas en sentido inverso, que sirve para unir tubos.

Relé: Es un dispositivo electromecánico que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Sensor: Dispositivo diseñado para detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformadas en variables eléctricas.

Solenoid: Es una bobina de forma cilíndrica que cuenta con un hilo de material conductor aislado con esmalte dieléctrico enrollado sobre sí a fin de que, con el paso de la corriente eléctrica, se genere un intenso campo eléctrico que funciona como un imán.

Unidad hidráulica: Es un sistema hidráulico compacto conformado por tanque, motor, bomba y válvulas de control.

Válvula: Dispositivo para controlar el caudal del flujo, la dirección o la presión de un fluido.

Vástago: Barra cilíndrica conectada al pistón de un cilindro que realiza la función de empuje o jalado de la carga.

Viscosidad: La viscosidad es una propiedad de los fluidos en movimiento, que muestra una tendencia de oposición hacia su flujo ante la aplicación de una fuerza.

ABREVIATURAS

AISI: Instituto americano del hierro y el acero

°C: Grados centígrados (de temperatura).

DIN: Instituto Alemán de Normalización.

Hp: Caballos de fuerza.

IEC: Comisión Electrónica Internacional.

ISO: Organización Internacional de Estandarización.

KPa: Kilopascales (de presión).

MDF: Tablero de fibra de alta densidad (High Density Fiber)

N.A: Normalmente Abierto.

N.C: Normalmente Cerrado.

Psi: Libras por pulgada cuadrada (de presión).

rpm: Revoluciones por minuto.

SAE: Sociedad de Ingenieros Automotrices (establece las normas de algunos componentes hidráulicos).

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje.

SI: Sistema Internacional de Unidades

UNE: Una Norma Española, creada por los comités técnicos de normalización.

VAC: Tensión de Corriente Alterna.

VLP: Válvula Limitadora de Presión.

RESUMEN

El desarrollo de este trabajo consiste en el diseño y modelado de un banco didáctico para la realización de prácticas de oleohidráulica, las cuales están enfocadas en el accionamiento de actuadores como es el caso de los cilindros y los motores hidráulicos, que son utilizados en aplicaciones móviles e industriales, como en el caso de las retroexcavadoras, las grúas, los tractores, volquetas, frenos y suspensiones de automóviles, máquinas herramientas, entre muchos más.

La propuesta nace de la necesidad de poner en funcionamiento una serie de componentes hidráulico de propiedad de la Universidad Santo Tomás, los cuales en el momento se encuentran almacenados sin prestar ningún servicio a la comunidad estudiantil de la Facultad de Ingeniería Mecánica. La culminación exitosa del proyecto permitirá que los estudiantes realicen prácticas en las áreas de máquinas hidráulicas, servicios industriales y sistemas de automatización sin tener que hacer estas actividades en los laboratorios de otras instituciones que se encuentran fuera de la ciudad.

Para el desarrollo del diseño propuesto se llevó a cabo un estudio a fondo sobre tipos de bancos hidráulicos que se pueden encontrar a nivel comercial, así como visitas a instituciones técnicas como es el caso del SENA para conocer el funcionamiento de estos equipos y recibir asesoría de docentes especializados en el área de hidráulica y servicios industriales.

Durante el desarrollo del documento se especifican los componentes principales a tener en cuenta a la hora de hacer el montaje de un sistema hidráulico, y las variables que intervienen en el cálculo de caudal y potencia entregados por una unidad hidráulica para el accionamiento de actuadores. Teniendo en cuenta la importancia de la energía que suministran los sistemas hidráulicos en el campo de la Ingeniería Mecánica, se ha propuesto que el diseño del banco permita la realización de prácticas que encierren los conceptos fundamentales de la oleohidráulica con el fin de evaluar los conocimientos adquiridos por parte de los estudiantes sobre el correcto diseño de circuitos electrohidráulicos para el accionamiento controlado de actuadores en este caso de cilindros de doble efecto.

Como resultados del proyecto se entrega modelado en 3d de la estructura, análisis estructural, planos de construcción, listado de componentes por comprar y guías de laboratorio. Por otra parte cabe resaltar que el desarrollo de este trabajo permitió aplicar los conocimientos de diversas áreas que fueron adquiridos durante el transcurso de la carrera para proponer un proyecto que beneficiara a los futuros Ingenieros Mecánicos de la USTA.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás (seccional Tunja), en el año 2011 adquirió unos elementos oleohidráulicos, con el fin de adelantar un proyecto que consistía en el diseño y construcción de un banco hidráulico para el accionamiento de cilindros. La puesta en funcionamiento del banco buscaba beneficiar a los estudiantes de Servicios Industriales y de Automatización al poder implementar prácticas relacionadas con sistemas hidráulicos controlados por circuitos eléctricos.

En la actualidad, para poner en práctica los conceptos teóricos adquiridos en clase, los estudiantes se ven obligados a realizar dichas actividades por fuera de las instalaciones de la universidad. Por estos inconvenientes los estudiantes se tienen que desplazar hasta la ciudad de Sogamoso para hacer uso de los equipos que posee el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), que es una institución pública colombiana encargada de la enseñanza de programas técnicos.

Esta situación no solo es incómoda para los estudiantes, también implica gastos adicionales en pólizas, transporte y alimentación que son costeados en su totalidad por ellos mismos. Si se quiere mejorar la calidad en la formación de los estudiantes es fundamental que en el menor tiempo posible se pueda llevar a cabo este proyecto.

JUSTIFICACIÓN

La Facultad de Ingeniería Mecánica está haciendo esfuerzos en mejorar la calidad de la educación, ampliando o remodelando la planta física, pero necesita mejorar los laboratorios y modernizarlos para estar a la par con las mejores instituciones de formación superior del país.

Este banco hidráulico facilitará el aprendizaje por parte de los estudiantes, ya que es necesario para la realización de las prácticas sobre los principales temas vistos de la parte teórica del campo hidráulico, expuestas en las cátedras de Maquinas hidráulicas, Servicios Industriales y Automatización. Además, de un beneficio académico se podrían realizar prácticas más seguidas y no sólo un par de visitas al SENA ubicado en Sogamoso como se solía hacer en años anteriores, adicional a esto los estudiantes no tendrían que invertir de sus recursos en movilizarse a esta ciudad que queda a dos horas en bus de Tunja, se ahorraría dinero en pólizas, transportes, alimentación y un mejor aprovechamiento del tiempo ya que en muchas ocasiones se deja de asistir a otras clases para poder viajar a realizar estas prácticas.

La universidad también se beneficiaría al ofrecer un buen servicio a los 15 estudiantes en promedio que están inscritos por semestre a alguna de las cátedras anteriormente mencionadas, y a los 195 estudiantes en total con los que cuenta la facultad al mejorar su formación profesional lo cual acredita a la institución.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y modelar un banco didáctico, que permita desarrollar las prácticas de laboratorio sobre sistemas oleohidráulicos expuestas en las clases de máquinas hidráulicas, de control y automatización.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar parámetros y variables que intervienen en el funcionamiento de un banco hidráulico.
- Seleccionar los circuitos hidráulicos para el accionamiento de cilindros de doble efecto.
- Seleccionar adecuadamente elementos faltantes como: manómetros, tipos de válvulas, sistemas de acople y mangueras de conexión.
- Calcular la potencia de la unidad hidráulica y determinar presión máxima de servicio.
- Diseñar la mesa de trabajo del banco oleohidráulico.
- Realizar el modelamiento en CAD de la estructura, cálculos estáticos y de esfuerzos mecánicos para selección de materiales de construcción.
- Elaborar guías de laboratorio.

INTRODUCCIÓN

Un entendimiento claro de los principios del comportamiento de los fluidos proporciona una visión más clara de la importancia de su estudio e implementación a nivel de ingeniería especialmente en la rama de la Ingeniería Mecánica. Los conceptos que a continuación se presentan están directamente relacionados con el funcionamiento de los sistemas hidráulicos del cual forma parte el objetivo principal de este proyecto en cuanto al diseño de un banco hidráulico de carácter didáctico.

La hidráulica es una rama de la mecánica de fluidos y ampliamente presente en la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los líquidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa y a las condiciones a que esté sometido el fluido relacionado con su viscosidad.

La hidráulica industrial nace en el siglo XVII como el principio de Pascal. Este principio indica que la presión aplicada a un fluido en reposo es igual en todas las direcciones se transmite sin disminución de fuerza en todas direcciones y actúa como fuerza igual y en áreas iguales en los ángulos correspondientes. [1]

El desarrollo del presente documento está compuesto por capítulos, en el primero se verá toda la información recopilada sobre bancos hidráulicos didácticos de diferentes empresas de reconocimiento mundial en el diseño de equipos para la enseñanza de tecnologías industriales.

En el segundo capítulo se describen las principales propiedades físicas de los fluidos, así como los conceptos de fuerza, presión, caudal, trabajo entre otros. En el capítulo tres se hace una introducción a los sistemas hidráulicos describiendo sus principales componentes y que función cumplen.

En el capítulo cuatro se hablara de las variables a tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema hidráulicos como es el caso de la potencia de servicio, dimensionamiento de cilindros, cálculo de caudal para selección de bombas y la descripción de los elementos hidráulicos con los que cuenta en el momento la universidad.

El diseño estructural del banco se podrá encontrar en el quinto capítulo en el que se especifican los parámetros de diseño con base en las necesidades y recomendaciones de ergonomía para facilitar la utilización de los equipos. También contempla en modelado en CAD a través de Inventor Professional y análisis estructural comprobado a través de elementos finitos.

El capítulo seis corresponde a la selección de los circuitos hidráulicos a ser implementados en los tableros teniendo en cuenta representación gráfica según norma UNE-101 149 86, descripción de componentes eléctricos necesarios para los montajes de los circuitos de potencia y control de electroválvulas. El documento también contiene guías de laboratorio y planos de construcción del banco didáctico de oleohidráulica.

1. ANTECEDENTES DE BANCOS HIDRÁULICOS DIDÁCTICOS

1.1 BANCOS HIDRÁULICOS DIDÁCTICOS COMERCIALES

En la actualidad se pueden encontrar empresas especializadas en el desarrollo de equipos de laboratorio para la práctica de implementación de sistemas hidráulicos. En el mercado existen marcas reconocidas en el diseño y construcción de bancos de pruebas como es el caso de la FESTO con gran experiencia y reconocimiento en el campo de la neumática e hidráulica.

Dentro de la línea de bancos hidráulicos que la compañía ofrece a sus clientes está Learnline Móvil, el cual es de diseño flexible permitiendo una alta movilidad tanto de la estructura como de los componentes que sean conectados al tablero para un óptimo uso del espacio. Pueden crearse estaciones para trabajo en grupo o individuales con un mínimo esfuerzo siempre que sea necesario. También es posible unir varias estaciones. Esta estación móvil está diseñada de tal forma que permite trabajar y realizar ejercicios simultáneamente a varias personas. A esto se le añade la disponibilidad de dos unidades de cajones fijas que aseguran un rápido y fácil acceso a los componentes necesarios del sistema de aprendizaje. [2]

En la imagen 1, se puede apreciar el banco hidráulico que corresponde a las características anteriormente mencionadas y que ofrece la compañía FESTO a través de su sitio web.



Imagen 1. Banco hidráulico Learnline Móvil. [2]

En el mercado también está la empresa Parker Training, con más de 30 años de experiencia en tecnología Neumática e Hidráulica. El banco de entrenamiento hidráulico industrial contiene una unidad hidráulica completamente independiente y un panel vertical en perfil de aluminio, (permite el trabajo de 2 grupos de alumnos al mismo tiempo por banco) para la fijación de los módulos didácticos sin necesidad de herramientas. Ofrece varias opciones de módulos con válvulas, cilindros, controles, botones, sensores, etc. [3]

La imagen 2, que a continuación se puede apreciar fue tomada del catálogo oficial de Parker Training.



Imagen 2. Banco de entrenamiento hidráulico. [3]

En el siguiente listado se pueden apreciar algunos de los accesorios necesarios para poner en funcionamiento un banco hidráulico, esto permite tener una idea más clara de cada uno de los componentes que se tendrán que adquirir para el proyecto.

- 1 juego de mangueras con acoples rápidos antifuga, siendo:
 - 10 mangueras de 600 mm
 - 6 mangueras de 1000 mm
 - 4 mangueras de 1200 mm
- 1 rotámetro 0 a 19 rpm
- 1 válvula direccional 4/2 vías, palanca/resorte CETOP 3 TN6
- 1 válvula direccional 4/3 vías, Centro Tándem con palanca detente (enclavamiento) CETOP 3 TN6
- 1 válvula direccional 2/2 vías NA (función desaceleradora)
- 1 manómetro con glicerina con escala de 0-100 bar
- 2 válvulas de secuencia con retención integrada
- 1 válvula reductora de presión con retención integrada

- 1 válvula limitadora de presión con conexión para venteo
- 1 válvula de retención pilotada
- 2 válvulas reguladoras de flujo con retención integrada
- 1 válvula reguladora de flujo con compensación de presión
- 1 cilindro doble acción Ø 38 mm recorrido de 200 mm
- 1 cilindro doble acción Ø 38 mm recorrido de 300 mm
- 1 motor hidráulico bidireccional
- 1 acumulador hidráulico con bloque de seguridad

1.2 DIAGNÓSTICO DE CAMPO

Con el fin de garantizar que el diseño de la estructura como de los sistemas hidráulicos se ajusten a las necesidades y limitaciones con las que se cuenta en la actualidad dentro de la Universidad, se procedió a solicitar permiso para la realización de una visita a las instalaciones del Centro Industrial de Mantenimiento y Manufactura (SENA), ubicado en la ciudad de Sogamoso, ya que este centro de formación técnica posee bancos didácticos muy completos para las prácticas de circuitos oleohidráulicos.

El área de mantenimiento industrial del SENA, cuenta con dos modelos diferentes de la compañía FESTO, y que a continuación se podrán observar. El primer modelo correspondiente a la imagen 3, la base de la mesa de trabajo es metálica con rodachines que permiten la fácil movilidad del banco dentro del espacio, posee gavetas deslizantes para guardar los elementos de control como diferentes tipos de válvulas, elementos de medición, mangueras, acoples y Ts, esto se puede apreciar en la imagen 4.



Imagen 3. Banco de oleohidráulica SENA



Imagen 4. Gavetas para accesorios.

Una de las características más importantes a tener en cuenta y que se puede apreciar en la imagen 5, es que este modelo cuenta con dos tableros de trabajo, permitiendo que un número mayor de estudiantes realice sus prácticas al mismo tiempo para un mejor aprovechamiento de los espacios asignados para la realización de prácticas en el laboratorio. Por otra parte, el mesón tiene un espacio amplio para colocar los componentes, los cuales reposan sobre una rejilla cuya finalidad es la de permitir el drenado del exceso de fluido hidráulico en los elementos de conexión y del goteo generado por el uso de mangueras de acople rápido, ver imagen 6.



Imagen 5. Doble tablero de trabajo.



Imagen 6. Rejilla de drenado de aceite.

En el caso de ser necesaria una presión constante en el sistema, esta es garantizada gracias a un acumulador de presión, imagen 7. Adicional a esto es conveniente pensar en una correcta ubicación de los pulsadores de encendido y apagado en caso de emergencia para evitar en lo posible accidentes.



Imagen 7. Acumulador de presión.

El segundo banco de trabajo sólo cuenta con un área de trabajo, limitando que se puedan realizar un mayor número de ejercicios cuando los grupos de estudiantes son amplios. El tablero de trabajo en este caso permite regular la altura gracias a los canales laterales y en la parte superior tiene un tablero para conexiones eléctricas para el control de electroválvulas, ver la imagen 8. Al igual que el anterior posee gavetas con divisiones internas para almacenar los accesorios de forma ordenada, ver imagen 9.



Imagen 8. Banco fijo de un sólo tablero



Imagen 9. Gavetas divisorias para accesorios.

Para permitir una fácil conexión y desconexión de componentes no se hace uso de acoples roscados aunque estos garantizan el perfecto sellado, en este caso son poco prácticos, por esta razón se utilizan acoples rápidos para agilizar el tiempo de armado de los circuitos que se contemplan en las guías, ver imagen 10.



Imagen 10. Mangueras de conexión.

2. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE HIDRÁULICA

2.1 INTRODUCCIÓN A LA OLEOHIDRÁULICA

Podemos decir que la oleohidráulica es una rama de la hidráulica, en donde el prefijo (oleo), hace referencia a fluidos derivados especialmente del petróleo, como es el caso de los aceites minerales. La Oleohidráulica está enfocada al estudio de la transmisión de potencia a través del aceite que fluye por conductos y orificios hacia actuadores impulsado por una bomba que es un generador de caudal. [4]

Basada en un principio descubierto por el científico francés Pascal se refiere al empleo de fluidos confinados para transmitir energía, multiplicando la fuerza y modificando el movimiento.

2.2 PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Los líquidos como el aceite o el agua tienen la capacidad de fluir debido a la movilidad de las partículas que los constituyen, dentro de sus propiedades [5] se encuentran las siguientes:

Fluidez: los líquidos mantienen su volumen y adoptan la forma del recipiente hasta alcanzar un nivel determinado por lo que pueden permanecer en recipientes abiertos.

Densidad: los cambios de temperatura en los fluidos generan variaciones en esta propiedad, la diferencia de densidad entre los líquidos es lo que impide que estos se mezclen homogéneamente. La densidad es la cantidad de masa por unidad de volumen de una sustancia.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

Viscosidad: el índice de viscosidad de un fluido (en ocasiones conocido como VI) indica cuánto cambia ésta con la temperatura. Es especialmente útil cuando se trabaja con aceites lubricantes y fluidos hidráulicos utilizados en equipos que deben operar bajo rangos amplios de temperatura. Un fluido con índice de viscosidad alto muestra un cambio pequeño en su viscosidad con la temperatura. Un fluido con índice de viscosidad bajo muestra un cambio grande en su viscosidad con la temperatura.

Compresibilidad: se refiere al cambio de volumen que sufre una sustancia cuando se sujeta a un cambio de presión. La cantidad usual que se

emplea para medir este fenómeno es el módulo volumétrico de elasticidad, o sencillamente módulo volumétrico. Los líquidos en general son poco compresibles por lo que se necesitan presiones muy elevadas para generar cambios pequeños en la variación de volumen de un líquido.

2.3 CONCEPTOS DE FÍSICA APLICABLES

Para una mejor comprensión de las leyes físicas que rigen la potencia hidráulica es indispensable tener en cuenta los siguientes principios básicos. [6]

- Fuerza: es la causa que produce un cambio de dirección "velocidad", el peso es una fuerza y la masa es la cantidad de una sustancia. Ambos términos se relacionan por medio de la aplicación de la ley de la gravitación de Newton, que dice que la fuerza es igual a la masa multiplicada por la aceleración; es decir,

$$F = ma \quad (2.2)$$

- Presión: es la fuerza ejercida en un área determinada ya sea sobre una superficie o en una sustancia.

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.3)$$

- Trabajo: es la fuerza necesaria para desplazar un elemento una distancia determinada.

$$\text{Trabajo} = \text{Fuerza} * \text{Distancia} \quad (2.4)$$

- Potencia: se puede definir como la velocidad de ejecución del trabajo en tiempo expresado en segundos, unidades que se deben convertir a Hp o caballos de fuerza.

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Fuerza} * \text{Distancia}}{\text{Tiempo}} \quad (2.5)$$

- Caudal: es el volumen desplazado en una unidad de tiempo, o también llamado tasa de flujo volumétrico Q ,

$$Q = A\vartheta \quad (2.6)$$

3. SISTEMAS HIDRÁULICOS

3.1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas hidráulicos son de gran utilidad a nivel industrial, al ser una de las maneras más eficientes de transmitir la potencia en ciertos mecanismos ya sea para levantar, bajar, empujar, rotar y mover las máquinas que transportan cargas enormes, de igual manera como fuente de energía de herramientas de corte, perforación o trituración de superficies rocosas entre otras. La hidráulica utiliza los fluidos hidráulicos como medio de presión para mover los pistones de los cilindros.

Ventajas de los sistemas hidráulicos

- Velocidad variable. Por lo general los motores eléctricos son de velocidad constante, pero el actuador de un sistema hidráulico (lineal o rotatorio) puede ser dirigido a varias velocidades con tan solo variar el caudal de la bomba o usando una válvula que controle el paso de flujo.
- Reversible. Un actuador hidráulico puede ser invertido en plena operación sin que este se dañe mediante una válvula de cuatro pasos o usando una bomba reversible, mientras que una válvula de alivio de presión protege los componentes del sistema de una presión excesiva.

Desventajas de los sistemas hidráulicos

- Polución del ambiente con riesgo de incendio y accidentes en el caso de fugas de aceite.
- Sensibilidad a la suciedad, presencia de partículas o mugre en la línea del fluido.
- Peligros por el manejo de elevadas presiones.
- Dependencia de la temperatura por cambios en la viscosidad.

3.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA HIDRÁULICO

Cuando se hace referencia a los componentes de un sistema hidráulico, se está hablando de todos los posibles elementos que forman parte del sistema para garantizar un adecuado funcionamiento, no sólo del circuito hidráulico sino también se tiene en cuenta el mantenimiento y desde luego del mecanismo de control.

Parte de la información que a continuación se suministra fue sacada de la Revista Digital Ciencia y Didáctica, publicación especializada en formación tecnológica. [7]

Abastecimiento de energía: son los elementos encargados de suministrar el movimiento de líquido necesario y realizar el mantenimiento de dicho líquido, estos elementos son la bomba, depósito, aceite y filtro.

Regulación y envío de energía: son los elementos encargados de controlar y dosificar el fluido enviado por los elementos de abastecimiento de energía, estos elementos son las válvulas distribuidoras, válvulas de caudal y válvulas de presión.

Transformación de energía (elementos de trabajo): son los elementos encargados de transformar la energía hidráulica enviada por los elementos de regulación, en trabajo, estos elementos son los cilindros y motores.

La imagen 11, corresponde a un esquema sencillo de un sistema hidráulico para el accionamiento de un cilindro de doble efecto.

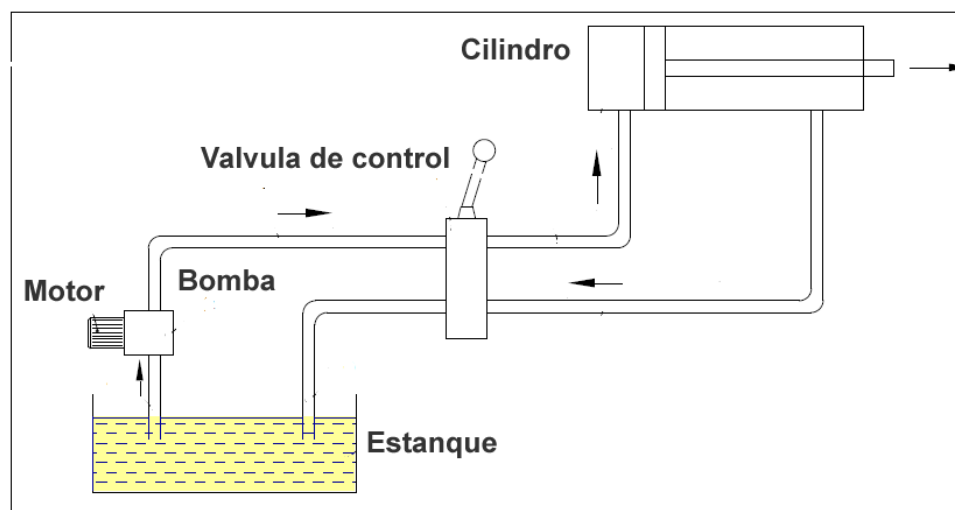


Imagen 11. Esquema de un sistema hidráulico básico con mando manual.
Fuente: Autor

3.3 GENERALIDADES SOBRE BOMBAS

La función de las bombas es la de elevar un fluido de una altura determinada a otra más alta, o de igual manera transformar la energía mecánica en hidráulica. En la actualidad, las bombas son utilizadas en diversas aplicaciones como en el traslado de líquidos y gases, para presurizar o generar vacío en aplicaciones a nivel industrial. Podemos encontrar dos tipos de bombas las cuales pueden ser de desplazamiento no positivo (hidrodinámicas), y de desplazamiento positivo (hidrostáticas).

3.3.1 Bombas de desplazamiento no positivo

Son utilizadas para el transporte de fluidos, la energía cedida al fluido es cinética y funciona generalmente mediante fuerza centrífuga, este tipo de bombas no cuentan con sistema de estanqueidad, por lo cual produce un caudal que variará en función de la contrapresión que encuentre el fluido a su salida, es decir que cuando se incrementa la presión a la salida del fluido que limita la salida del caudal, este tiende a disminuir hasta el punto de llegar a cero así incluso el eje de la bomba continúe rotando, esto se puede apreciar en la imagen 12. [8]

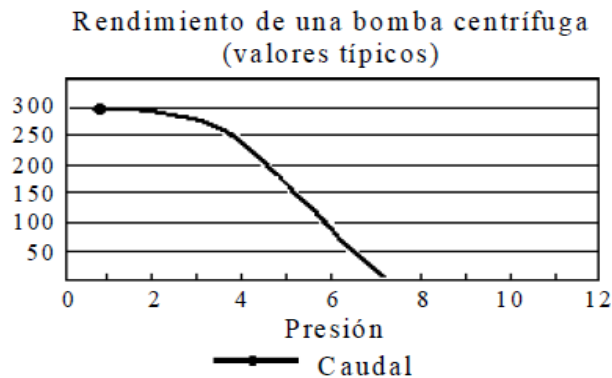


Imagen 12. Gráfica de rendimiento de una bomba centrífuga. [8]

Es por esta razón que este tipo de bombas, sólo son funcionales en el transporte de fluidos cuando la resistencia a vencer es pequeña.

3.3.2 Bombas de desplazamiento positivo

Las bombas de este tipo transforman la energía mecánica en hidráulica, suministran la misma cantidad de líquido por revolución del elemento de bombeo, independientemente de la presión que encuentre el líquido a su salida. Las bombas hidrostáticas o de desplazamiento positivo se agrupan según el tipo de elemento de bombeo (paletas, engranajes, pistones, etc.) y se dividen en dos grupos principales: bombas de caudal fijo y bombas de caudal variable.

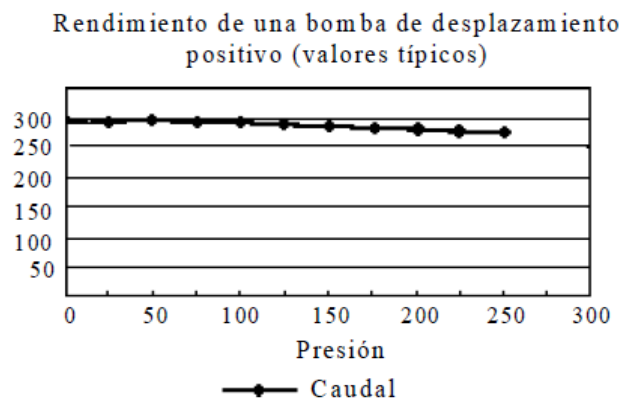


Imagen 13. Gráfica rendimiento de una bomba de desplazamiento positivo. [8]

La imagen 13, representa la gráfica de Presión vs Caudal de las bombas de desplazamiento positivo, en la gráfica se puede ver que el caudal se mantiene casi constante con los cambios de presión. Esto se debe a las reducidas fugas internas entre el elemento de bombeo y la carcasa.

3.4 GENERALIDADES SOBRE VÁLVULAS

Tanto la regulación y envío o distribución de energía se realiza mediante diferentes tipos de válvulas, las cuales son colocadas en función de las necesidades del circuito, estas se clasifican como:

- Válvulas reguladoras de presión.
- Válvulas reguladoras de caudal.
- Válvulas distribuidoras o de vías.

3.4.1 Válvulas reguladoras de presión

Este tipo de válvulas se encargan de proteger el circuito manteniéndolo entre unos límites de presión, previamente regulada. Entre estos tipos de válvulas se encuentran las siguientes:

- **Válvulas de seguridad:** estas válvulas están montadas sobre la bomba para protegerla de una sobrecarga. Está ajustada a la presión máxima de la bomba y solo abre en caso de emergencia.
- **Válvula de contrapresión:** actúa contra la inercia de las masas oponiéndoles una carga. La válvula debe tener una compensación de presiones y, además la conexión del depósito debe soportar una carga.
- **Válvula de freno:** estas válvulas evitan picos de presión que pueden surgir a causa de fuerzas de inercia de masa cuando cierra repentinamente la válvula de vías.
- **Válvulas de desconexión:** se encargan de desviar una parte del circuito hidráulico hacia el tanque cuando la presión rebasa el valor ajustado en ellas. La desviación del circuito parcial se produce por efecto de una válvula de anti-retorno o retención.
- **Válvula de compensación:** mantienen la presión de un circuito hidráulico a un nivel constante, incluso si un circuito parcial baja la presión.

3.4.2 Válvulas reguladoras de caudal

Este tipo de válvulas permiten controlar el volumen de flujo de aceite que entra o sale de un circuito con la finalidad de aumentar o reducir la velocidad de desplazamiento de los actuadores, las más importantes son:

- **Válvula de cierre:** Se emplean para abrir o cerrar, de forma total, el paso de fluido, se montan en la tubería principal de un circuito.
- **Válvula estranguladora:** permite modificar el caudal del fluido en cualquier sentido de circulación por medio de un dispositivo regulable de estrangulación.
- **Válvula estranguladora anti-retorno:** se encargan de bloquear el caudal de fluido en un sentido, permitiendo el flujo en sentido contrario.
- **Válvula estranguladora de retención:** Trabajan como una válvula de retención y otra estranguladora en paralelo, en un sentido, el fluido pasa libremente por la válvula de retención y, en sentido contrario, esta válvula lo retiene obligándolo a pasar por la válvula estranguladora, de tal modo que el fluido pasa libremente en un sentido y en el sentido contrario el paso de fluido es limitado.

3.4.3 Válvulas distribuidoras

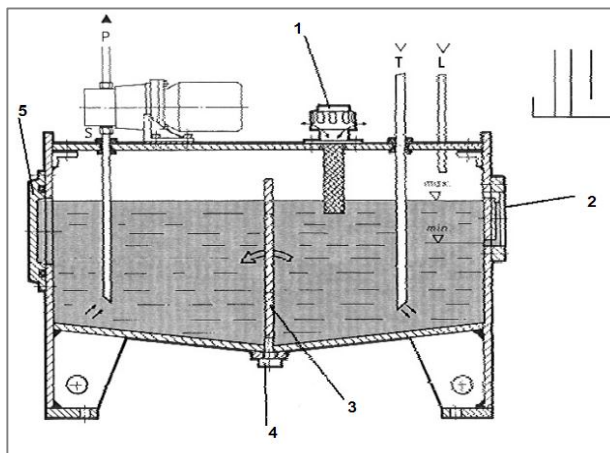
Estas válvulas son las encargadas de hacer el control del mando hidráulico, ya que abren y cierran el paso y dirigen el fluido en un sentido u otro a través de las distintas líneas de conexión. Se pueden clasificar por el número de pasos que tienen, el número de entradas y salidas que tienen y por el número de posiciones en que pueden actuar. [9]

- **Anti-retorno:** permiten el paso de fluido en un sólo sentido con la finalidad de impedir que el líquido intente regresarse por la línea.
- **Válvulas direccionales de dos vías:** Las válvulas direccionales de varias vías permiten el paso del fluido desde la entrada (llamada presión u orificio de presión) hacia las diferentes vías en que debe realizar sus funciones. Estas válvulas pueden ser normalmente abiertas o normalmente cerradas. El accionamiento de las mismas puede hacerse por distintos medios: manual, eléctrico y pilotado (hidráulico).
- **Válvulas direccionales de varias vías:** En estas válvulas hay un orificio de entrada y según la válvula, diversos orificios que pueden ir hacia los accionadores o distintas partes del sistema, y un orificio de retorno hacia el depósito.

3.5 EL DEPÓSITO HIDRÁULICO

El depósito o tanque hidráulico, representado en la imagen 14, cumple diferentes funciones. Su función principal es la de aspiración e impulso del sistema de bombeo, así como de almacenar el aceite y refrigerarlo. Por otra parte tiene como función la separación, del aire del líquido hidráulico, la refrigeración del aceite por simple transmisión de calor por sus paredes al exterior, la toma de contacto del aceite con la presión atmosférica y, por último, su estructura sirve de soporte de la bomba, del motor de accionamiento y de otros elementos auxiliares. [10]

El tanque está compuesto por los siguientes elementos:



1. Filtro de llenado y aireador
2. Visor de nivel máximo y mínimo
3. Placa separadora retorno – aspiración
4. Tapón de vaciado
5. Tapa para limpieza

Imagen 14. Componentes de una unidad hidráulica. [10]

3.6 ACTUADORES HIDRÁULICOS

Se encargan de transformar la energía suministrada por la unidad hidráulica en algún tipo de trabajo lineal o rotativo. Los podemos clasificar en dos grandes grupos:

- **Cilindro hidráulico:** los cilindros hidráulicos de movimiento lineal se usan comúnmente en aplicaciones donde la fuerza de empuje del pistón y su desplazamiento son elevados, podemos encontrar cilindros de simple y doble efecto. También pueden ser de movimiento giratorio.
- **Motores:** Son elementos que transforman la energía hidráulica en energía mecánica de rotación. Los hay de diversos tipos, entre los que cabe destacar los de émbolo y los rotativos de espas. [11]

3.7 COMPONENTES SECUNDARIOS

Estos componentes son indispensables para garantizar un correcto funcionamiento del sistema de compresión, se incluyen dispositivos de medición y elementos para mejorar la eficiencia hidráulica. [12]

- **Acumuladores:** son dispositivos que almacenan energía en forma de fluido bajo presión y que es liberado cuando se necesita para garantizar una presión constante en el circuito mediante la aplicación de fuerza al fluido hidráulico a través de gas comprimido.
- **Manómetros:** Los manómetros de tubo de Bourdon miden la presión de un sistema y la muestran en un dial calibrado. Las unidades de calibración se indican en psi y bares.



Imagen 15. Manómetro inoxidable. [13]

- **Flujómetro:** permite medir el flujo (no es bidireccional) y actúa como una válvula de retención que bloquea el flujo en el sentido inverso. Los principales componentes son: un cono de medición y un pistón magnético que se mantiene en la posición "sin flujo" mediante un resorte templado.
- **Múltiples:** son muy útiles para circuitos hidráulicos complejos. Los múltiples hidráulicos reducen drásticamente la cantidad de conexiones externas requeridas.

3.8 CONDUCTORES DE FLUIDOS

Los conductores de fluido son los componentes por los que circula el fluido ya sea por tuberías rígidas o flexibles hacia los distintos componentes del circuito hidráulico. Las tuberías, mangueras y racores son los accesorios necesarios para interconectar los componentes del sistema.

Las juntas y los retenes son los sistemas de sellado necesarios para evitar que el fluido presurizado o no, salga del sistema. [14]

3.9 CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO HIDRÁULICO

Estos fluidos deben ser lubricantes, refrigerantes, anticorrosivos, soportar temperaturas sin evaporarse, soportar altas presiones, absorber ruido y vibraciones. Estos pueden ser:

- Líquidos de base acuosa
 - Aceite mineral de agua (15% aceite - Temperatura: 10° C a 70° C)
 - Agua en aceite mineral (50% aceite - Temperatura: 10° C a 70° C)
 - Agua con glicerina (50% Glicerina - Temperatura: -45° C a 65° C)
 - Glicol - agua (de 35% a 60% de agua, resto alcohol - Temp:-15° C a 60° C)
- Líquidos sintéticos
 - Estereofosfatados: temperatura de -55° C a 150° C
 - Siliconas: temperatura de -70° C a 300°
- Aceites minerales y vegetales
 - Tienen el inconveniente de degradarse con la temperatura, siendo su temperatura de trabajo entre 10° C a 100° C.

En la actualidad el fluido hidráulico más utilizado es el aceite mineral, con algunos aditivos para mejorar sus propiedades de viscosidad, adherentes, antiespumantes, antioxidantes y anticongelantes.

Internacionalmente los fluidos hidráulicos se dividen en tres clases según la norma DIN 51524 y DIN 51525: [15]

- Fluido hidráulico HL. Protege contra la corrosión y el envejecimiento.
- Fluido hidráulico HLP. Aumento de la protección contra el desgaste.
- Fluido hidráulico HV. Mejora las características de temperatura-viscosidad.

El significado de los códigos en el fluido hidráulico, por ejemplo HLP 68 es:

- H = aceite hidráulico.
- L = aditivos que aumentan la protección contra la corrosión y la estabilidad al envejecimiento.
- P = aditivos que reducen o aumentan la capacidad de tolerancia a las cargas del circuito.
- 68 = código de viscosidad definido por la norma DIN 51517.

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y CÁLCULOS DE INGENIERÍA

4.1 VARIABLES QUE INTERVIENEN EN UN CIRCUITO HIDRÁULICO

A la hora de diseñar un sistema hidráulico se debe tener en cuenta si este es de baja, media o alta potencia, esto dependerá de las necesidades propias del problema, las cuales ya se encuentran restringidas por las especificaciones técnicas de los componentes ya adquiridos por la Universidad Santo Tomas desde el año 2010.

Todo sistema hidráulico se diseña a partir de la fuerza de trabajo que debe generarse sobre los diferentes tipos de actuadores, la presión de funcionamiento que debe ser proporcionada por la unidad hidráulica y el caudal entregado por la bomba.

4.1.1 Cálculo de dimensiones para cilindros hidráulicos

Los cilindros hidráulicos de movimiento lineal se usan en trabajos donde la fuerza de empuje del pistón es elevada, por lo que se debe tener en cuenta una correcta selección del diámetro del cilindro y la carrera o longitud de desplazamiento máximo que este puede realizar.

La selección del área interior o diámetro interno del cilindro depende de:

- La fuerza requerida en la extensión y/o retracción
- La presión de operación suministrada al cilindro

Teniendo en cuenta la Ley de Pascal, la cual establece que la presión aplicada sobre un cuerpo de fluido que se encuentra confinado, es transmitida a cada porción de la superficie del envase, por consiguiente: se puede determinar la presión **P**, que se genera en un cilindro cuando sobre el área **A** de un pistón se aplica una fuerza **F**.

$$P = F/A \quad (4.1)$$

Conociendo la presión y la fuerza de operación, es posible conocer el área sobre la cual se aplica y por consiguiente deducir el diámetro interno del cilindro ya que el área de una superficie circular está dada por:

$$A_{Circular} = \frac{\pi D^2}{4} \quad (4.2)$$

Dependiendo del diámetro del cilindro, la presión de funcionamiento a la que estará sujeto y la longitud de carrera, se puede hacer una selección adecuada del diámetro del vástago del cilindro mediante catálogo de fabricantes teniendo en cuenta la deflexión que estos suministran.

La eficiencia en un cilindro ya sea neumático o hidráulico no es del 100%, ya que se debe tener en cuenta la resistencia o fricción generada internamente entre las partes que conforman el actuador. Fuerza F desarrollada por un cilindro hidráulico de doble efecto se puede calcular así: [16]

Fuerza de extensión o avance (cuando el fluido actúa sobre la cara del embolo opuesta al vástago).

$$F(Kg) = \frac{\pi * D^2 (cm^2) * P(Kg/cm^2)}{4} * R = S(cm^2) * P\left(\frac{Kg}{cm^2}\right) * R \quad (4.3)$$

Fuerza de retracción o retorno (cuando el fluido actúa sobre la cara del embolo que contiene al vástago).

$$F(kg) = \frac{\pi * [D^2 - d^2](cm^2) * P(Kg/cm^2)}{4} * R = [S - s](cm^2) * P\left(\frac{Kg}{cm^2}\right) * R \quad (4.4)$$

D: Diámetro del embolo

S: Sección del embolo

P: Presión de funcionamiento

R: Rendimiento del cilindro

Para cilindros con D < 40 mm, R = 0,85

Para cilindros con D > 40 mm, R = 0,95

D: Diámetro del vástago

s: Sección del vástago

4.1.2 Variables para el cálculo de potencia hidráulica

El abastecimiento de energía hidráulica está a cargo de la unidad hidráulica, la bomba convierte la energía mecánica desarrollada por el motor eléctrico en energía de presión hidráulica. Para garantizar la eficiencia del sistema se debe suministrar la presión y caudal necesarios a la salida de la unidad para el correcto accionamiento del actuador.

En la sección 2.3, se definió el concepto de caudal como la cantidad de volumen de un fluido que pasa a través de un ducto en un tiempo determinado. El caudal necesario para el desplazamiento del pistón de un cilindro se puede determinar

de la siguiente manera; en primer lugar se debe calcular el área del cilindro y multiplicarlo por la carrera del pistón, el valor obtenido corresponde al volumen de líquido que se deberá suministrar para garantizar el desplazamiento total del vástago, este valor se debe dividir en el tiempo que se estime apropiado para que el cilindro haga su recorrido por completo.

El caudal suele expresarse comúnmente en litros/min o galones/min. También se puede determinar a partir de la cilindrada o desplazamiento volumétrico de la bomba y la velocidad angular del eje.

$$Q = V_n * \omega \quad (4.5)$$

Donde:

Q : Caudal

V_n : Cilindrada o desplazamiento volumétrico [cm^3/rev]

ω : Velocidad angular [rpm]

La potencia hidráulica está ligada al flujo y a la presión del sistema, la bomba en este caso se encarga de convertir la energía mecánica entregada por el motor en energía hidráulica o potencia hidráulica, y esta a su vez es consumida por los actuadores ya sean motores hidráulicos o cilindros.

Las formulas (4.6) y (4.7), indican la relación existente entre la potencia hidráulica de salida, el flujo y la presión generada. [17]

Para el sistema internacional SI

$$Psb(W) = \frac{Flujo \left(\frac{l}{min} \right) * P(KPa)}{60} \quad (4.6)$$

Dónde:

P = Presión

Psb = Potencia a la salida de la bomba

W = Unidad de medida de Potencia en Watts

Para el sistema ingles

$$Psb(hp) = \frac{Flujo \left(\frac{gal}{min} \right) * P(psi)}{1714} \quad (4.7)$$

Estas ecuaciones no tienen en cuenta la eficiencia de la bomba, por consiguiente es un cálculo teórico, para mayor exactitud es necesario consultar al fabricante o mediante catálogo buscar la eficiencia total de la bomba.

4.2 INVENTARIO DE ELEMENTOS EXISTENTES EN LA USTA

La Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás (Seccional Tunja), ha tenido la iniciativa de modernizar y ampliar los equipos de laboratorio con los que en el momento cuenta. Con tal fin, adquirió hace un par de años unos elementos con la finalidad de diseñar y construir un banco didáctico para implementación de sistemas hidráulicos.

Los componentes con los que se cuentan para la construcción del banco son los siguientes:

➤ Unidad hidráulica

- Motor trifásico SIEMENS referencia 1LA7 083-4 y A60
- POTENCIA 1,5 Hp
- Voltaje 220 VAC / 440VAC
- Amperaje 5,0 / 2,5 A
- Frecuencia 60 Hz
- Peso 9 Kg
- Depósito de aceite 15 Litros
- Eficiencia de bomba (n) 66,9%
- Velocidad nominal 1650 rpm
- Presión máxima 172 bar
- Temperatura (Ta) 15 / 40 °C
- Factor de servicio 1,15
- Electroválvula direccional 4/3 monoestable SHD-02G-3C6-A22D con presión máxima de funcionamiento de 315 Kgf/cm²

Las siguientes fotografías fueron tomadas en el laboratorio de la Universidad Santo Tomás de la ciudad de Tunja. En la imagen 16, se puede apreciar la unidad hidráulica y la salida hacia la electroválvula encargada de direccionar el fluido a lo largo de la tubería que conecta los actuadores.



Imagen 16. Unidad hidráulica propiedad de la USTA.

- Dos cilindros hidráulicos de doble efecto.
- Cilindro MINDMAN, referencia HCA-140-32-25



Imagen 17. Cilindro HCA-140-32-25 propiedad de la USTA

- Cilindro MINDMAN, referencia HCA-140-32-200 y manómetro.



Imagen 18. Cilindro HCA-140-32-200 propiedad de la USTA.

- Cuatro mangueras PEHEL-SAE 100R2AT de acople rápido.
- Diámetro 3/8 de pulgada y presión de trabajo 4800 Psi



Imagen 19. Mangueras PEHEL-SAE 100R2AT propiedad de la USTA.

4.3 CÁLCULO DE PRESIÓN DE SERVICIO

La presión de funcionamiento de la unidad debe ser regulada, con el fin de evitar daños en los elementos que conforman el circuito hidráulico ya que estos están diseñados para trabajar bajo unos rangos mínimos y máximos de presión y de velocidad del flujo hidráulico. La tabla 1, corresponde a las especificaciones técnicas más relevantes de los componentes ya adquiridos por la USTA.

Tabla 1. Especificaciones de componentes

<i>Elemento</i>	<i>Referencia</i>	<i>P nominal / P máx. bares Kgf / cm² psi</i>	<i>Observaciones</i>
Motor eléctrico	1LA7 083-4 Y A60		Potencia 1,5 Hp 220 / 440VAC 5,0 / 2,5A
Unidad hidráulica	GB 080	172 175,76 2500	Velocidad 1650 rpm Eficiencia 66,6%
Cilindro pequeño	HCA-140-32-25	140 / 180 142,8 / 183,5 2030 / 2608	Diámetro 32 mm
Cilindro mediano	HCA-140-32-200	140 / 180 142,8 / 183,5 2030 / 2608	Diámetro 32 mm Carrera 200 mm
Electroválvula 5/2	SHD-02G-3C6-A22D	308,91 315 4480	Monoestable de 12/24V Caudal nominal 63L/min
Mangueras	PEHEL-SAE 100R2AT	331 337,5 4800	Diámetro 3/8 pulg

Analizando la tabla de datos se puede deducir que la presión máxima suministrada por la bomba hidráulica es mucho menor a la presión máxima que pueden soportar tanto la válvula direccional como las mangueras, por lo cual

estos elementos no presentaran ningún tipo de problema cuando la unidad este en su máxima capacidad de funcionamiento.

4.3.1 Cálculo de accionamiento de los cilindros

Para el cálculo del caudal que la unidad hidráulica debe suministrar, se parte de las especificaciones técnicas de dos cilindros hidráulicos de distinto tamaño en cuando a longitud de carrera, dichas especificaciones se encuentran en la tabla 2. Para tener mayor información sobre estos dos elementos, se buscó la referencia del cilindro en diferentes catálogos ya que estos son diseñados y fabricados bajo normas internacionales de estandarización.

Tabla 2. Especificaciones técnicas de cilindros.

Página 75

Símbolo

Modelos

Modelo	CH2E	CH2F	CH2G	CH2H
Material del tubo	Aleación aluminio	Acero inoxidable	Acero	Acero inoxidable
Presión nominal	3.5MPa	7MPa	14MPa	14MPa
Diámetro	32, 40, 50, 63, 80, 100mm			
Detección magnética	Aplicable	Aplicable	—	Aplicable

Características técnicas

Modelo	CH2E	CH2F	CH2G	CH2H
Funcionamiento	Doble efecto con vástago simple			
Fluido	Aceite hidráulico			
Presión nominal	3.5MPa	7MPa	14MPa	
Presión máxima admisible	3.5MPa	Trasera: 9MPa Delantera: Vástago B 13.5MPa : Vástago C 11MPa	Trasera: 18MPa Delantera: Vástago B 18MPa : Vástago C 14MPa	
Presión de prueba	5.0MPa	10.5MPa	21MPa	
Presión mínima de trabajo	Cuando el lado trasero se presuriza: 0.15MPa Cuando el lado delantero se presuriza: 0.2MPa			
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10° hasta 80°C Con detector magnético: -10° hasta 60°C			
Velocidad del émbolo	8 a 300mm/s			
Amortiguación	Amortiguación interna regulable			
Tolerancia de rosca	Clase 2 JIS			
Tolerancia de longitud de carrera	a 100mm $^{+0.8}_{-0}$ mm, 101 a 250mm $^{+1.0}_{-0}$ mm, 251 a 630mm $^{+1.25}_{-0}$ mm 631 a 1.000mm $^{+1.4}_{-0}$ mm, 1001 a 1800mm $^{+1.8}_{-0}$ mm			



Página 75

Símbolo



Fuente: SMC. Cilindros hidráulicos. [18]

Como información relevante del catálogo se tiene que la presión máxima admisible es de 18 MPa que equivalen a 180 bares, por consiguiente los cilindros están diseñados para soportar presiones por encima de la que suministra la unidad como presión máxima de trabajo.

La velocidad del embolo está en un rango de 8 a 300 mm/s, lo que permite tener un rango para no seleccionar una velocidad excesiva, ya que esta es la principal

razón generadora de turbulencia en los fluido confinados, además de elevar la temperatura en el fluido.

La velocidad del fluido hidráulico dentro de la tubería que conecta al cilindro no debe superar los 5 m/s en mangueras de goma, ni los 4,5 m/s en el caso de tubos de acero. [19]

Las velocidades sugeridas del fluido en los sistemas hidráulicos son:

- Aspiración de la bomba hidráulica 0,6 a 1,2 m/s
- Caudal de fluido en la impulsión 2,0 a 5,0 m/s
- Caudal de retorno 1,5 a 4,0 m/s

La velocidad máxima del fluido en la etapa de impulsión es demasiado elevada en comparación con el rango de velocidad del embolo de los cilindros. Pensando en un mejor aprovechamiento de la capacidad de la bomba hidráulica y teniendo en cuenta que el caudal requerido por los cilindros va a ser pequeño debido al tamaño de los mismos, se trabajará con una velocidad de 0,1 m/s.

En el caso del cilindro mediano que tiene una longitud de carrera de 200 mm, el vástago demoraría teóricamente dos segundos en hacer por completo el recorrido, como el diseño del banco es de carácter didáctico, el control de velocidad se podría regular mediante la implementación de un sistema hidráulico que incluya el uso de válvulas de control de caudal.

Ya definida la velocidad a trabajar, se puede determinar el caudal así:

$$Q = A * V_{cil} \quad (4.8)$$

Donde:

Q : Caudal

A : Área del cilindro

$V_{cil} = 0,1$ m/s, Velocidad del cilindro

El área del embolo de un círculo de diámetro D , está definida por la ecuación 4.9.

$$A = \pi * \frac{D^2}{4} \quad (4.9)$$

Dónde:

A = Área cilindro

$D = 0,032$ m, Diámetro interno del cilindro o (embolo). Por comodidad las unidades se manejan en metros.

Haciendo uso de las ecuaciones 4.8 y 4.9 tenemos que el caudal es de;

$$Q = \frac{\pi * (0,032m)^2}{4} * 0,1m/s$$

$$Q = 8,0425 * 10^{-5} m^3/s$$

El caudal Q requerido en litros por minuto es de:

$$Q = 8,0425 * 10^{-5} \left(\frac{m^3}{s} \right) * \frac{1000 l}{1 m^3} * \frac{60 s}{1 min} = 4,8 l/min$$

No se considera necesario calcular un caudal específico para el cilindro más pequeño, ya que se tiene pensado implementar dos circuitos hidráulicos básicos en los que los dos cilindros no son accionados simultáneamente, además como se puede ver el caudal requerido para el funcionamiento del cilindro mediano es pequeño.

4.3.2 Recomendación de presión de funcionamiento

Los sistemas hidráulicos tienen la capacidad de transmitir presiones elevadas debido a las propiedades intrínsecas de los fluidos, los líquidos son difíciles de comprimir, es más, son prácticamente incompresibles razón por la cual transmite la fuerza de forma instantánea en un circuito hidráulico.

La presión es la fuerza que se ejerce sobre un objeto por unidad de área, es decir $Presión = F/A$. En la sección 2.3, se manejó como uno de los conceptos físicos de mayor relevancia y sin lugar a dudas así lo es.

Todo sistema hidráulico se diseña a partir de la presión nominal de trabajo a suministrar y dependiendo de la presión podemos tener sistemas de:

Pequeña presión (0 a 50 bares)

Mediana presión (50 a 150 bares)

Alta presión (150 bares en adelante)

Con las características de la unidad hidráulica se puede decir que el banco hidráulico didáctico será de mediana presión. En la tabla correspondiente a los esfuerzos teóricos de los cilindros hidráulicos, se puede apreciar la fuerza en empuje en Newton, generada a lo largo del vástago a diferentes presiones de trabajo. A una presión de trabajo de 14 MPa o 140 bares, por ejemplo la fuerza generada por el pistón en su etapa de extensión es de 11254 N, es decir de más de 1100 kilogramos fuerza.

Tabla 3. Esfuerzos teóricos a distintas presiones de trabajo

Esfuerzo teórico

Unidad: N										
	Diámetro (mm)	Tamaño vástago(mm)	Sentido de movimiento	Área efectiva (mm²)	Presión de trabajo (MPa)					
					1	3.5	5	7	10	14
serie B	32	18	SALIDA	804	804	2813	4019	5627	8038	11254
			ENTRADA	550	550	1923	2748	3847	5495	7693
	40	22.4	SALIDA	1256	1256	4396	6280	8792	12560	17584
			ENTRADA	862	862	3017	4311	6035	8621	12070
	50	28	SALIDA	1963	1963	6869	9813	13738	19625	27475
			ENTRADA	1347	1347	4715	6735	9429	13471	18859

Fuente: Catálogo SMC. Cilindros hidráulicos. [18]

Analizando la tabla 3, es de suponer que la presión nominal de trabajo tiene que ser regulada, teniendo en cuenta que la finalidad de este proyecto en su fase inicial sólo contempla el diseño de circuitos básicos para el control y accionamiento de cilindros hidráulicos.

Por seguridad de los estudiantes, con el fin de evitar posibles accidentes al manipular el equipo sin tener conocimientos previos o supervisión de un docente, se recomienda calibrar la presión manométricamente a máximo 80 bares en la válvula limitadora de presión (VLP) que viene integrada en la unidad. Esta válvula lo que permitirá es controlar la presión de salida entregada por la bomba al liberar el exceso de fluido hacia el tanque de almacenamiento.

Con la presión nominal de trabajo que se ha recomendado de (80 bares), se puede determinar la potencia hidráulica suministrada a la salida de la bomba (***Psb***).

Tener en cuenta que 1 bar equivale a 100 KPa, y haciendo uso de la ecuación (4.6), se tiene;

$$Psb(W) = \frac{4,8 \left(\frac{l}{min} \right) * 8000(KPa)}{60} = 640W$$

Conversión de W a Hp: $1hp = 746W$

$$Psb(hp) = 640W * \frac{1hp}{746W} = 0,857hp$$

Teniendo en cuenta la eficiencia total de la bomba que es de 66,9%, se recalcula la potencia hidráulica.

$$Psb(hp) = \frac{0,857hp}{Eficiencia} = \frac{0,857hp}{0,669} = 1,282hp$$

Por consiguiente la potencia hidráulica necesaria para entregar el caudal a la presión de servicio es de **1,282 hp**, la cual se ajusta muy bien a la potencia de la unidad hidráulica suministrada por el motor de 1,5 hp.

5. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL BANCO

5.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

El proceso de diseño de la estructura del banco didáctico debe cumplir con unos requerimientos básicos, que permitan a los estudiantes trabajar con comodidad y de forma segura. Por esta razón, es conveniente tener en cuenta normas de ergonomía, así como un manejo adecuado de las dimensiones para un mejor aprovechamiento del espacio con el que se cuenta en el laboratorio de máquinas y herramientas de la USTA.

Los parámetros de diseño son los siguientes:

- Número de estudiantes que pueden trabajar al mismo tiempo en la conexión de los sistemas hidráulicos propuestos.
- Tamaño del tablero para sujeción de cilindros, válvulas y demás componentes móviles.
- Espacio adecuado en la mesa para la ubicación temporal de los elementos a utilizar en los montajes
- Numero de gavetas para guardar los diferentes elementos
- Espacio adecuado para la ubicación de la unidad hidráulica
- Altura máxima del banco
- Materiales resistentes
- Movilidad de la estructura
- Bajo costo de materiales y de manufactura.

5.2 DISEÑO PLANTEADO COMO SOLUCIÓN

Teniendo en cuenta los anteriores parámetros y los elementos de propiedad de la universidad con los que se cuenta en el momento, sólo es posible poner en funcionamiento un único tablero de trabajo. De todos modos pensando en el bienestar de los estudiantes actuales y los que en un futuro aspiren a formar parte de la Facultad de Ingeniería Mecánica, es conveniente que la estructura sea de doble módulo lo cual permitirá que dos grupos de estudiantes trabajen al mismo tiempo.

La altura máxima de la estructura está determinada por el promedio nacional de la estatura tanto en hombres como en mujeres de Colombia. Con base en estudios de endocrinología del año 2012 un hombre colombiano normal mide entre 159,8 cm a 172,2 cm, y las mujeres 146,8 cm a 160 cm. [20]

Para mejorar la comodidad en el uso del banco didáctico por parte de los estudiantes, se considera pertinente garantizar la igualdad de género a pesar

que la población estudiantil en su mayoría son hombres. Por consiguiente la altura del banco será igual a la mitad de la suma parcial de los promedios en hombres y mujeres.

$$Altura Banco = \frac{Promedio hombres + Promedio mujeres}{2}$$

$$Altura Banco = \frac{166\text{ cm} + 153,4\text{ cm}}{2} = 160\text{ cm}$$

Para mayor claridad del lector, la imagen 20, representa la postura corporal de pie de una persona que lleva a cabo alguna acción o trabajo sobre un tablero inclinado.

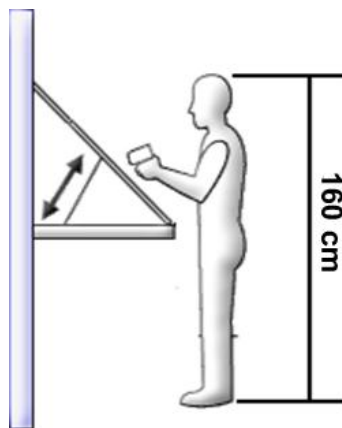


Imagen 20. Altura máxima de la estructura. Fuente: Autor

Para definir la altura adecuada de la superficie de trabajo o altura de la mesa, se puede tener en cuenta el tipo de actividad a realizar [21]. Por ejemplo:

- Trabajos de precisión, la altura de la superficie de trabajo debe ser de 0 a 10 cm por encima del codo.
- Trabajo ligero, la altura de la superficie de trabajo debe de ser de 0 a 10 cm por debajo de la altura del codo.
- Trabajo pesado, la altura de la superficie de trabajo debe ser de 10 a 20 cm por debajo de la altura del codo.

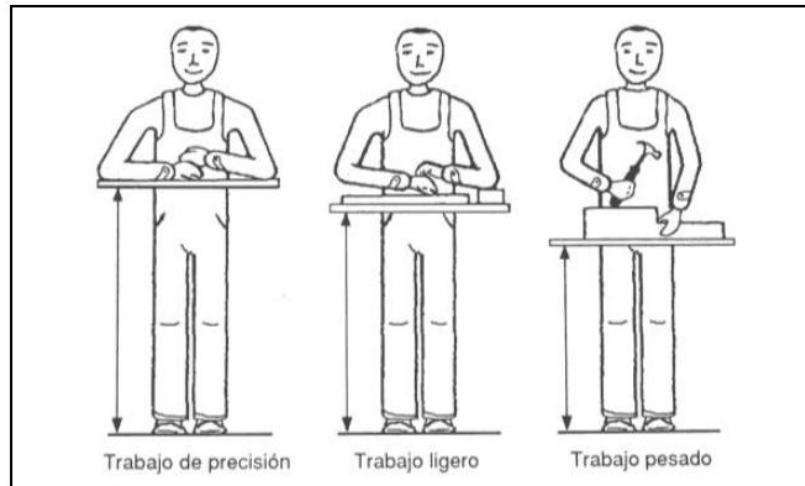


Imagen 21. Altura de plano de trabajo (de pie), según tarea. [21]

Con base en los estudios antropométricos realizados por Drillins y Contini se puede calcular la altura a nivel del codo de una persona multiplicando la altura total de esta por un coeficiente, que para este caso es de 0,630 tal como se puede observar en la imagen 22.

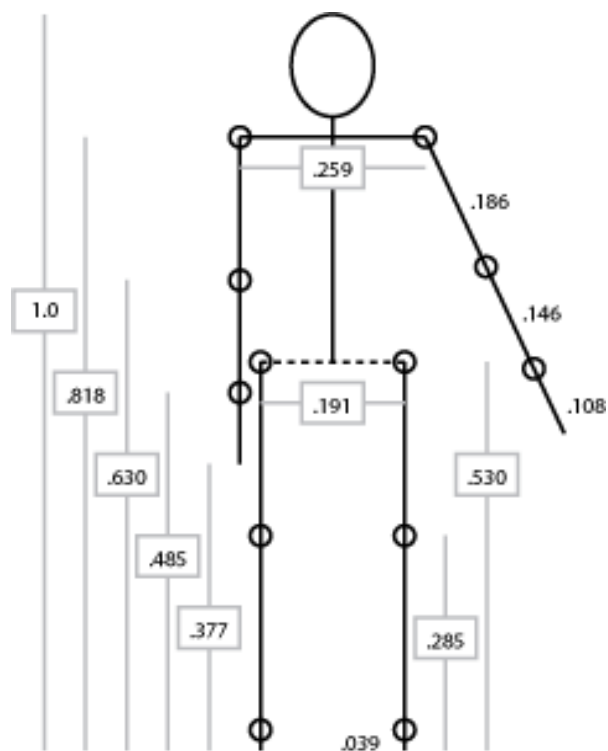


Imagen 22. Coeficientes antropométricos. [22]

$$\text{Altura nivel del codo} = 160\text{mm} * 0,630 = 100,8 \text{ mm}$$

La actividad a realizar en el banco didáctico se puede considerar como trabajo ligero, por lo cual la altura de la mesa de trabajo debe estar entre 0 y 10 cm por debajo de la altura del nivel del codo como recomendación ergonómica. De esta manera la altura de la mesa será de 92 cm.

Las dimensiones del mesón están relacionadas con la longitud que tendrán los tableros y su altura, así como el espacio destinado para poner o manipular válvulas y demás accesorios antes de ser montadas sobre los tableros. Se considera apropiado que el ángulo de inclinación de los tableros sea de 71° con una tolerancia de $\pm 3^{\circ}$ grados, ya que esta inclinación permite que la altura total de la estructura sea de 160 cm. En la imagen 23, se pueden apreciar algunas de las medidas más importantes a tener en cuenta para el modelado de la estructura.

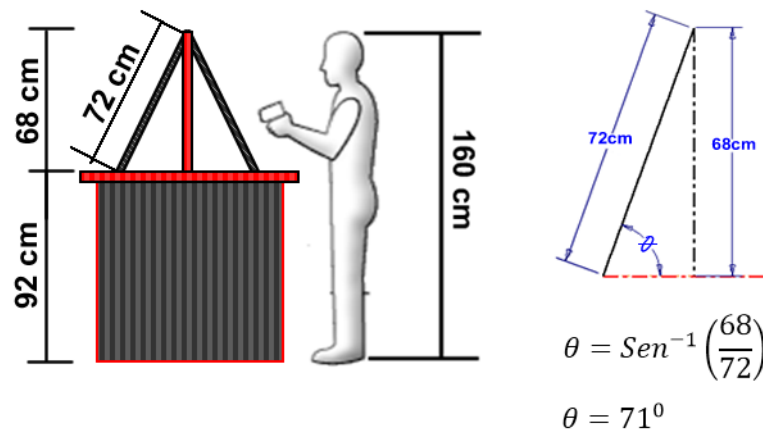


Imagen 23. Dimensionamiento del banco didáctico.

Para mayor claridad sobre lo expuesto anteriormente, a continuación se hace una descripción del diseño propuesto, como estructura base del banco para pruebas de sistemas oleohidráulicos. En la imagen 24, se puede observar el modelamiento realizado en CAD a través del Software Autodesk Inventor Professional 2013.

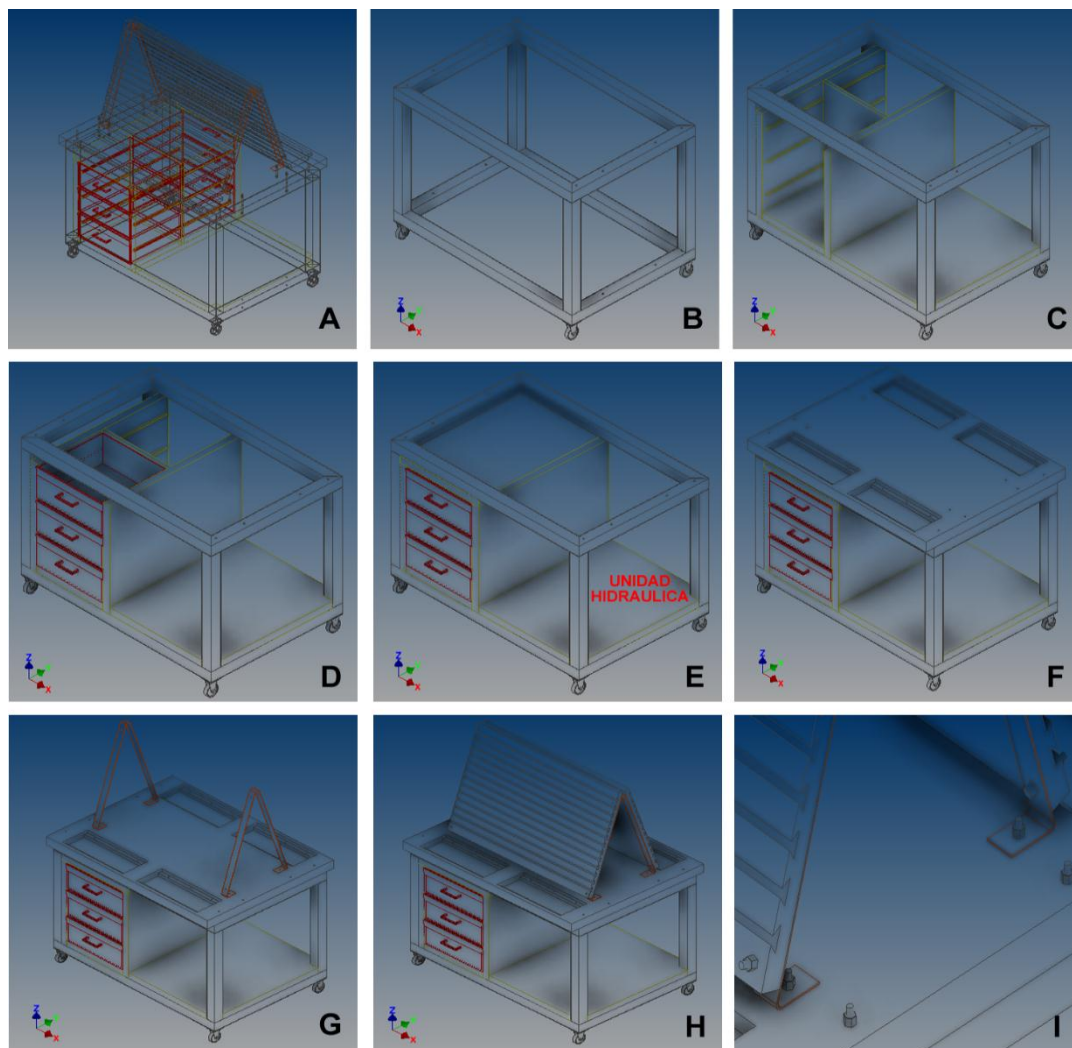


Imagen 24. Modelado en 3D de la estructura. A (vista isométrica total), B (base principal), C (paneles de división), D (gavetas), E (espacio para unidad hidráulica, F (mesón), G (soportes para sujeción de tableros, H (tableros de riel), I (pernos)
Fuente: Autor.

El banco como se puede ver en la imagen A, es de doble módulo, con rodachines en la base que permiten la movilidad de la estructura con facilidad de un lugar a otro. La imagen B, corresponde a la estructura de soporte principal o base, la cual debe de ser rígida y resistente para soportar las cargas de los demás componentes y fuerzas externas que se pudieran llegar a aplicar sobre la estructura.

En la imagen C, se pueden ver las divisiones que soportan las gavetas deslizantes, como se aprecia en la imagen D, el banco constaría con tres gavetas por cada costado que permitirán guardar válvulas, conectores o T, implementos de medición y un cajón exclusivo para depositar las mangueras.

El espacio libre al lado de las gavetas está destinado para la ubicación de la unidad hidráulica, imagen E, aunque se podría dejar sellada para protección,

sería bueno dejarla visible para que los estudiantes puedan ver de qué está compuesta y cómo son sus conexiones. El mesón se puede ver en la imagen F, con canaletas para ubicar válvulas o elementos de confección antes de ser montados, estos canales tienen la función de mantener el banco lo más limpio posible ya que por usar fluido hidráulico, es normal que se derrame un poco.

Los soportes para el tablero tienen forma de triángulo, imagen G, sujetos al mesón por tornillos, tienen una inclinación definida la cual es adecuada para garantizar el alcance en la extensión de los brazos de los estudiantes a la hora de instalar algún elemento al tablero. Los tableros fabricados en aluminio con guía de riel que se encuentran en el mercado, imagen H, permiten adosar los elementos móviles del banco en la posición que se desee, para una correcta distribución de los mismos a la hora de montar un circuito hidráulico. Por último en la imagen I, se puede observar la sujeción por tornillería de las partes no fijas de la estructura.

5.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SELECCIÓN DE MATERIALES

En el campo de la Ingeniería Mecánica, es fundamental hacer un análisis del comportamiento interno de los materiales sometidos a fuerzas, las cuales hacen que estos experimenten esfuerzos y sufran deformaciones pequeñas o significativamente grandes como para hacer fallar una estructura o mecanismo.

Para la realización de los cálculos de esfuerzos en la estructura, se aplicaran las siguientes ecuaciones que están asociadas tanto a cálculos estáticos como de resistencia de materiales. [23]

Fórmula para el cálculo de esfuerzo axial 5.1, donde;

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (5.1)$$

P = Fuerza normal aplicada sobre el elemento

A = Área perpendicular a la carga aplicada

Ecuación para el cálculo de esfuerzo cortante promedio donde;

$$\tau_{prom} = \frac{V}{A} \quad (5.2)$$

V = Fuerza cortante

A = Área de la sección transversal del material

Ecuación para cálculo de esfuerzo de apoyo en conexiones, donde;

$$\sigma_b = \frac{P}{A} = \frac{P}{td} \quad (5.3)$$

P = Fuerza resultante de las fuerzas elementales distribuidas en la superficie inferior de un cuerpo cilíndrico.

A = Área de proyección del perno de sujeción sobre la sección de la placa.

Ecuación para el cálculo del factor de seguridad F.S, donde;

$$factor\ de\ seguridad = F.S = \frac{\sigma_y}{\sigma_{max}} \quad (5.4)$$

σ_y = Esfuerzo de fluencia del material

σ_{max} = Esfuerzo máximo permisible

Formula de flexión para el cálculo de esfuerzo máximo, donde;

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \quad (5.5)$$

M : Momento interno resultante.

c : Distancia perpendicular desde el eje neutro hasta el punto más alejado del eje neutro.

I : Momento de inercia del área de la sección transversal respecto al eje neutro.

A continuación se describen los cálculos realizados sobre cada parte de la estructura del banco hidráulico.

Analisis de cargas aplicadas sobre los tableros

En primer lugar se tuvo en cuenta que fuerzas se podrían llegar a aplicar sobre el banco, por consiguiente se asumieron cargas externas que corresponden al peso de los componentes hidráulicos a ser colocados sobre los tableros, tres cargas externas generadas por alguna condición critica provocada por los estudiantes al recargar objetos pesados o sus propios pesos corporales sobre alguna sección de la estructura y el peso en si del tablero de aluminio.

Los tableros de aluminio con los que se trabajara son comerciales y se pueden apreciar en la imagen 25, estos están diseñados específicamente para ensambles de estructuras móviles que se pueden desplazar axialmente sobre sus rieles, además son livianos y resistentes.

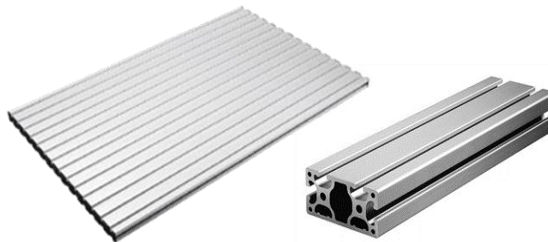


Imagen 25. Tableros de perfilería en aluminio. [24]

El diagrama de las fuerzas que actúan sobre este elemento se puede ver en la imagen 26, y el valor de cada fuerza en la tabla 4.

Tabla 4. Fuerzas aplicadas sobre los tableros

<i>Fuerzas aplicadas</i>	<i>Magnitud (kg)</i>	<i>Magnitud (Newton)</i>
F1: Peso tablero	30	295
F2: Peso corporal	70	687
F3: Fuerza de empuje frontal	50	491
F4: Fuerza de empuje lateral	50	491
F5: Cilindro mediano, acoples y mangueras	11	108
F6: Cilindro pequeño, acoples y mangueras	4	40
F7: Válvula, acoples y mangueras	5	49,1
F8: Válvula, acoples y mangueras	5	49,1
F9: Válvula, acoples y mangueras	5	49,1
Nota: las fuerzas F3 y F4, son fuerzas externas que probablemente sean aplicadas en algún instante por los operarios o estudiantes que manipulan el banco al recargarse sobre la estructura o al querer moverla de lugar.		

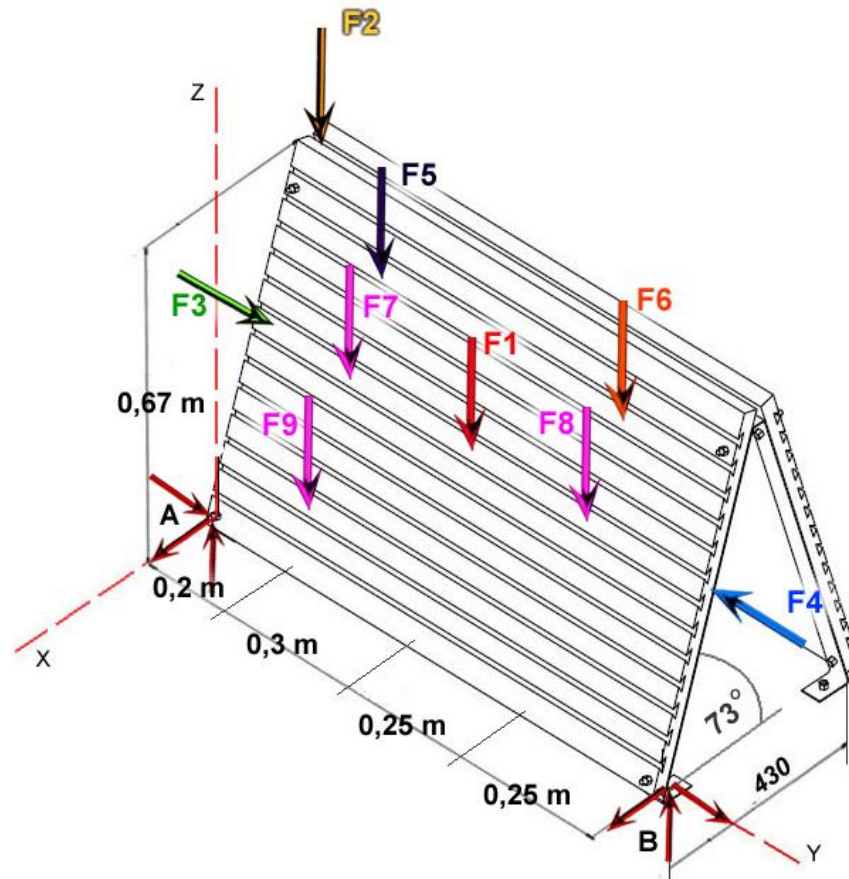


Imagen 26. Diagrama de fuerzas aplicadas sobre la base superior de la estructura del banco.

Como la estructura es simétrica respecto al plano YZ, se puede analizar la parte frontal ya que los resultados obtenidos serán igual en la parte posterior. A continuación, se procede a calcular la fuerza resultante sobre los puntos A y B mediante sumatoria de fuerzas y de momentos respecto a los ejes.

$$\sum f_x = 0 \quad (5.6)$$

$$Ax + Bx - F3 * \cos 17^\circ = 0$$

Remplazando el valor de F3 en la ecuación por el valor asignado en la tabla 4 se tiene;

$$Ax + Bx = 500 \text{ N} * \cos 17^\circ = 143,4 \text{ N}$$

$$\Sigma f_y = 0 \quad (5.7)$$

$$A_y + B_y - F_4 = 0$$

Remplazando el valor de F_4 en la ecuación se tiene que;

$$A_y + B_y = 491 \text{ N}$$

$$\Sigma f_z = 0 \quad (5.8)$$

$$A_z + B_z - F_1 - F_2 - F_3 * \text{Sen}17^\circ - F_5 - F_6 - F_7 - F_8 - F_9$$

Remplazando los valores de cada una de las fuerzas en la ecuación se tiene que;

$$A_z + B_z = 295 \text{ N} + 687 \text{ N} + 143,4 \text{ N} + 108 \text{ N} + 40 \text{ N} + 49,1 \text{ N} + 49,1 \text{ N} + 49,1 \text{ N}$$

$$A_z + B_z = 1420,7 \text{ N}$$

Realizadas las sumatorias de fuerzas en los ejes x, y, z, a continuación se procede a realizar la sumatoria de momentos F_8 con respecto al eje x, asumiendo como sentido positivo el giro anti horario.

$$\Sigma M_x = 0 \quad (5.9)$$

$$-F_1(0,5m) + F_4(0,33m) - F_5(0,2m) - F_6(0,75m) - F_7(0,2m) - F_8(0,75m) - F_9(0,2m) + B_z(1m) = 0$$

Remplazando los valores de las cargas en la ecuación 5.9 y despejando B_z se tiene que;

$$B_z = 166,76 \text{ N}$$

Con el valor calculado de la reacción B_z , se determina la magnitud A_z de en la ecuación 5.8, por tanto;

$$A_z = 1420,7 \text{ N} - B_z$$

$$A_z = 1253,94 \text{ N}$$

Ahora se procede a hacer sumatoria de momentos con respecto al eje Z.

$$\Sigma M_z = 0 \quad (5.10)$$

$$F_4(0,103 \text{ m}) - B_x(1 \text{ m}) = 0$$

$$Bx = \frac{491 \text{ N } (0,103 \text{ m})}{1 \text{ m}} = 50,52 \text{ N}$$

Con la magnitud de la reacción Bx se puede calcular el valor de Ax, retomando la ecuación 5.6, de esta manera se tiene;

$$Ax = 143,4 \text{ N} - Bx$$

$$Ax = 143,4 \text{ N} - 50,52 \text{ N} = 92,878 \text{ N}$$

Del desarrollo de la ecuación 5.7 se puede analizar con ayuda del diagrama de fuerzas que las reacciones Ay y By son iguales ya que actúan sobre la misma línea de acción por consiguiente:

$$Ay = By$$

$$Ay + By = 491 \text{ N}$$

$$Ay = \frac{491 \text{ N}}{2} = 245,25 \text{ N}$$

Con las reacciones ya calculadas en los dos puntos A y B, se procede a calcular la fuerza resultante de la siguiente manera;

$$F_{RA} = \sqrt{[(Ax)^2 + (Ay)^2 + (Az)^2]} \quad (5.10)$$

$$F_{RA} = \sqrt{[(92,878 \text{ N})^2 + (245,25 \text{ N})^2 + (1253,94 \text{ N})^2]}$$

$$F_{RA} = 1281,06 \text{ N}$$

$$F_{RB} = \sqrt{[(Bx)^2 + (By)^2 + (Bz)^2]} \quad (5.11)$$

$$F_{RB} = \sqrt{[(50,52 \text{ N})^2 + (245,25 \text{ N})^2 + (166,76 \text{ N})^2]}$$

$$F_{RB} = 300,846 \text{ N}$$

De los resultados obtenidos se puede concluir que el punto de sujeción A es el que debe soportar la mayor parte del peso bajo las condiciones de carga aplicadas, por tal motivo es un punto crítico a tener en cuenta para una correcta selección del material.

La fuerza resultante F_{RA} , que se genera en el punto A es transmitida a la base del mesón por dos soportes triangulares que permiten sostener los tableros de aluminio mediante cuatro pernos. La distribución de las cargas es soportada en su mayoría por los dos pernos del lado izquierdo, por consiguiente el esfuerzo de aplastamiento en estos puntos de unión se calculara con la mitad del valor de F_{RA} .

Haciendo uso de la ecuación 5.3, se procede a calcular el esfuerzo al que está sometido este segmento de los tableros, para una mejor visualización ver la imagen 27, correspondiente a un corte de sección del área de contacto de la perfilaría de aluminio, como se puede apreciar el diámetro de los agujeros es de 8 mm y el espesor de pared es de 3 mm.

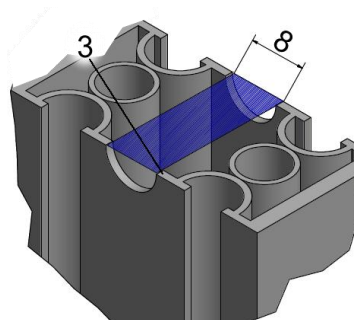


Imagen 27. Zona de contacto entre perno y tablero.

Fuente: Autor

Remplazando en la ecuación 5,3 se tiene;

$$\sigma = \frac{P}{td} = \frac{\frac{F_{RA}}{2}}{(2 * 0,003 \text{ m}) * 0,008 \text{ m}} = \frac{\frac{1281,06 \text{ N}}{2}}{0,000048 \text{ m}^2} = 13,344 \text{ MPa}$$

A continuación en la tabla 5, se puede observar las propiedades mecánicas para distintas aleaciones de aluminio con tratamiento térmico que son las más usadas para la fabricación de perfilaría extruida.

Tabla 5. Propiedades mecánicas de aluminios. [25]

<i>Características Mecánicas Mínimas</i>						
Tratamiento	Tracción		Límite elástico a compresión kg/cm ²	Fuerza constante		Aplastamiento Rotura kg/cm ²
	Rotura kg/cm ²	Elástico (2%)kg/cm ²		Rotura kg/cm ²	Límite elástico kg/cm ²	
6061 T4	1830	1125	1125	1124	705	3655
6061 T6	2670	2460	2460	1617	1475	5625
6061 Soldadura	1690	1125	1125	1055	705	----
6063 T5	1475	1195	1195	845	705	2955
6063 T6	2110	1760	1760	1055	915	3655

Analizando el resultado del esfuerzo obtenido y los datos proporcionados por la tabla de propiedades mecánicas se recomienda que el tablero sea de perfil de aluminio **6061 T4**, ya que soporta perfectamente las cargas a las que está sometido, porque el esfuerzo de fluencia del material es de 1125 kg/cm² que equivale a 110 MPa según datos registrados en tablas de propiedades mecánicas de metales.

Como se comentó anterior mente los soportes de sujeción son los que soportan toda la carga aplicada sobre los tableros del banco didáctico, por consiguiente ahora se procederá a hacer el mismo análisis para la sección transversal del soporte de forma triangular de la imagen 28, cuyas dimensiones son 40 mm de ancho, 2 mm de espesor y con un agujero de 8 mm de diámetro.

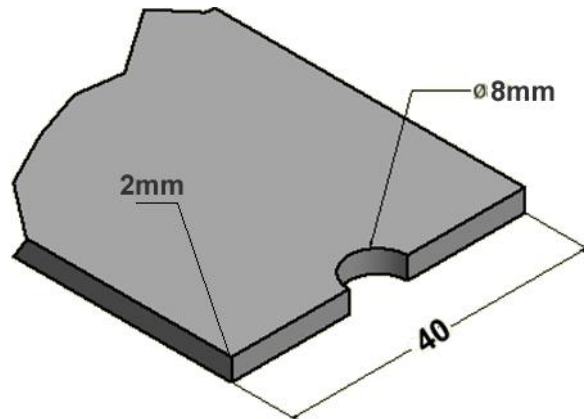


Imagen 28. Sección transversal de soporte triangular.

$$\sigma = \frac{P}{td} = \frac{F_{RA}}{0,002 \text{ m} * 0,008 \text{ m}} = \frac{1281,06 \text{ N}}{0,000016 \text{ m}^2} = 80,07 \text{ MPa}$$

Para incrementar la seguridad de la estructura y evitar accidentes es recomendable hacer uso de un coeficiente de seguridad, en este caso F.S. podría ser de 2. Por consiguiente el esfuerzo de fluencia del material sería de:

$$F.S = \frac{\sigma_y}{\sigma_{max}}$$

$$\sigma_y = F.S * \sigma_{max}$$

$$\sigma_y = 2 * 79,948 \text{ MPa} = 159.896 \text{ MPa}$$

En la tabla 6, se pueden observar los esfuerzos de fluencia de materiales metálicos y con base en los cálculos realizados el material seleccionado es (Acero Inoxidable 316 REC), ya que la resistencia a la fluencia de este material es de 2100 kg/cm², que equivale a 205 MPa.

Tabla 6. Propiedades mecánicas de metales. [26]

MATERIAL	RESISTENCIA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA FLUENCIA		MODULO DE ELASTICIDAD E	MODULO DE ELASTICIDAD G	α cm/cm.°C ($\times 10^{-6}$)
	kg/cm ²	ksi	kg/cm ²	ksi	kg/cm ²	kg/cm ²	
ACEROS:							
NOM-1018 T.F	4500	64	3800	54	2.1E6	0.808E6	11.8
NOM- 1045 T.C	6400	91	5400	77	"	"	11.8
NOM-1060 T.C	6900	98	3800	54	"	"	11.8
NOM-1075 T.C	7300	104	4100	58	"	"	11.8
NOM-4140 T.T	12000	170	11200	159	"	"	11.8
NOM-4340 T.T	12200	173	11500	163	"	"	11.8
INOX 304 REC.	5200	74	2100	30	1.96E6	0.735E6	16.0
INOX. 316 REC.	5200	74	2100	30	1.96E6	0.735E6	16.0
ESTRUCTURAL ASTM A-36	4800	68	2250	36	2.1E6	0.808E6	11.8
ALUMINIOS FORJADOS							
2014 -T4	4362	62	2885	41	0.741E6	0.281E6	23.1
2024-T4	4785	68	3370	48	"	"	23.1

Análisis del mesón de la estructura

Para la realización de este análisis partimos de una carga puntal aplicada sobre el área total de la pieza, esta fuerza es el resultado de las magnitudes de las cargas aplicadas sobre el tablero del banco. Anteriormente se analizó un segmento de la estructura al ser esta simétrica y para este caso puntal tendremos en cuenta el valor total de las cargas que debe soportar esta parte del banco. En la imagen 29, se pueden ver las cargas aplicadas a esta parte de la estructura.

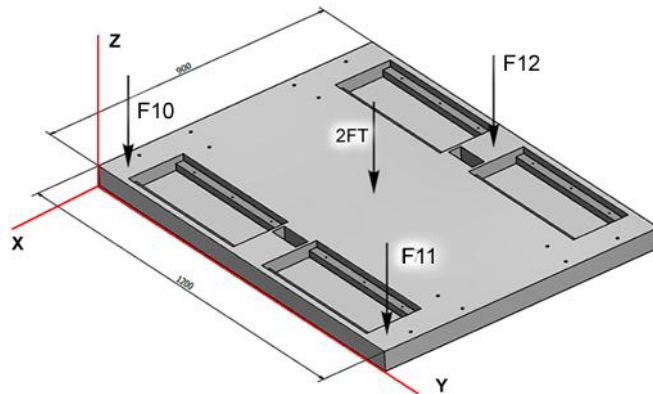


Imagen 29. Fuerzas aplicadas sobre el mesón del banco de trabajo.

Fuente: Autor

Para el cálculo del esfuerzo normal generado se asumirán los valores de las fuerzas F10, F11 y F12 como el peso aproximado de una persona adulta que es de 70 kilogramos, estas fuerzas se tienen en cuenta ya que es muy común que los estudiantes suelen sentarse o reclinarse sobre las áreas de las esquinas de la placa. Se procederá a hacer sumatoria de fuerzas respecto a Z para determinar el peso total aplicado.

$$\Sigma F_z = P_{Total} \quad (5.12)$$

$$P_{Total} = -2FT - F10 - F11 - F12$$

Remplazando FT, F10, F11 y F12 por sus respectivos valores en la ecuación 5.12 se determina el peso total aplicado sobre el mesón. La magnitud de la carga FT corresponde a la sumatoria de las resultantes F_{RA} y F_{RB} , calculadas con anterioridad en el análisis de la imagen 25.

$$FT = F_{RA} + F_{RB}$$

$$FT = 1281,06 \text{ N} + 300,846 \text{ N} = 1582 \text{ N}$$

$$P_{Total} = -2(1582 \text{ N}) - 3 \left(70 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 5224,1 \text{ N}$$

La carga P_{Total} calculada, genera sobre el material un esfuerzo cortante el cual provoca diversos esfuerzos, para calcular el de mayor magnitud es importante determinar la región transversal del material con la menor área de superficie, esta se puede observar en la imagen 30.

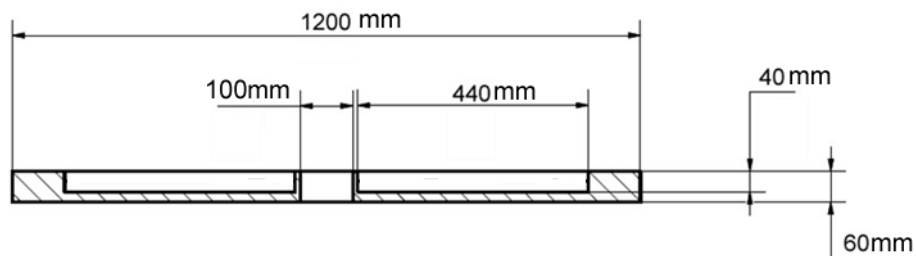


Imagen 30. Corte transversal de la placa en la región de menor área.

Mediante el software MDSolids 3.5 se calculó el cortante máximo y el momento máximo generado en la placa, esto se puede apreciar en la imagen 31, que muestra las gráficas del comportamiento de la carga P_{Total} .

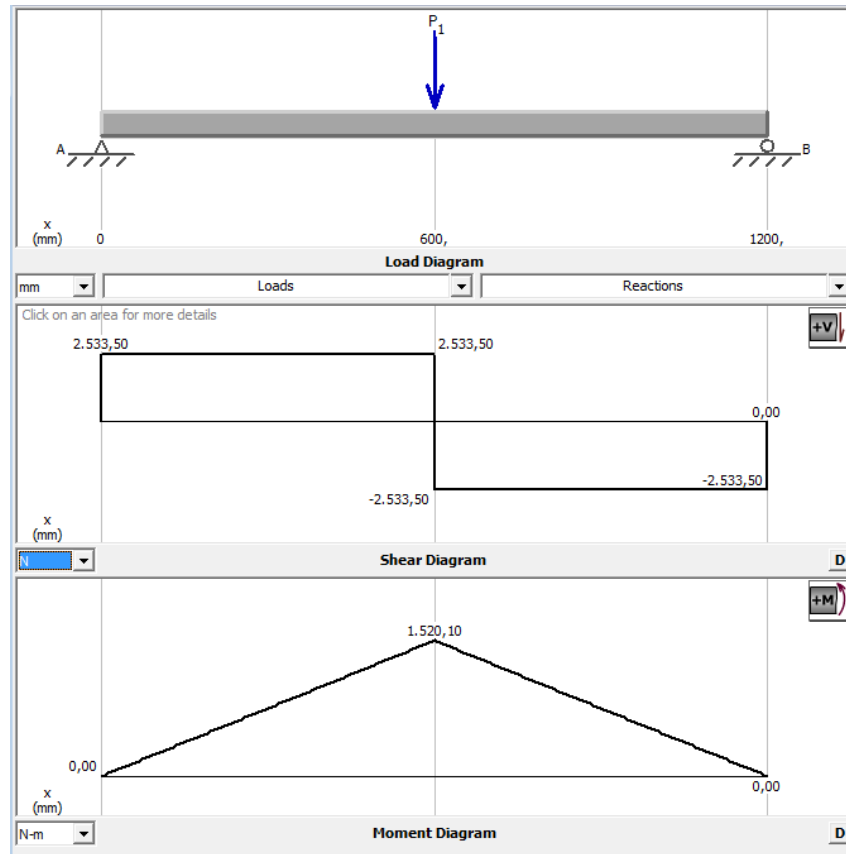


Imagen 31. Diagramas de cortante y momento

Se hayo el eje neutro de la sección transversal a analizar y el momento de inercia del área cuyos valores son:

Eje neutro 20 mm por encima de la base de la región transversal

Momento de inercia $I = 1,69 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$

Remplazando en la ecuación 5.5 tenemos que;

$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{1520,10 \text{ Nm} \cdot 0,04 \text{ m}}{1,69 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4} = 3,597 \text{ MPa}$$

Con base en el esfuerzo obtenido se recomienda la construcción del mesón en madera o en algún tipo de aglomerado a base de fibras maderables ya que se reduciría considerablemente el peso de la estructura. Comercialmente existen aglomerados como es el caso del MDF, que varía en sus propiedades mecánicas dependiendo de la densidad de la madera utilizada para su conformado. [27]

Según la densidad de las maderas estas se clasifican en tres grupos A, B y C;

Grupo A: Densidad básica de $0,71 \text{ g/cm}^3$ y más

Grupo B: Densidad básica de $0,56$ a $0,70 \text{ g/cm}^3$

Grupo C: Densidad básica de $0,40$ a $0,55 \text{ g/cm}^3$

Con respecto al esfuerzo máximo generado en el mesón que es de 3,597 MPa, se seleccionó un aglomerado de densidad entre 0,40 a 0,55 g/cm³ que corresponde al grupo C, ya que el esfuerzo de flexión admisible para este grupo es de 60 kg/cm² lo que es igual a 5,88 MPa. Estos datos se pueden ver en la tabla 7.

Tabla 7. Esfuerzos de trabajo para grupos A, B y C. [27]

Propiedad	Unidad	Grupo Estructural		
		A	B	C
Densidad	g/cm ³	1.0 -0.71	0.56 -0.70	0.40-0.55
Flexión	Kg/cm ²	150	110	60
Compresión paralela	Kg/cm ²	120	85	50
Compresión perpendicular	Kg/cm ²	60	45	30
Tracción paralela	Kg/cm ²	125	90	60
Cizalladura	Kg/cm ²	15	12	10
Elasticidad mínima	Kg/cm ² x10 ³	130	100	70

En la tabla 8, se presentan las maderas que conforman el grupo C entre las cuales la de menor densidad es el pino lo que ayudaría a reducir un poco el peso, además de ser de menor costo.

Tabla 8. Maderas del grupo C y densidades respectivas. [27]

Grupo C	Nombre científico	Densidad básica
Carrá	Huberodendron patinoi	0.51
Tangare	Carapa gianensis	0.49
Mora	Clarisia racemosa	0.46
Aceite María	Calophyllum mariae	0.47
Dormilón	Pentaclethra maeroloba	0.44
Sande	Brosimun utile	0.42
Ceiba amarilla	Hura crepitans	0.41
Roble	Tabebuia rosae	0.55
Ceiba tolúa	Bembacopsis quinata	0.41
Pino pátula	Pinus tecunumanii	0.40

Cálculos de diseño para las vigas estructurales del banco

Sobre las vigas superiores de la base de la estructura descansan o son transmitidas las fuerzas que actúan sobre el mesón, de tal forma que las vigas soportan 1306,02 N por cada metro lineal, así como el peso mismo del mesón de aglomerado o MDF. En la imagen 32, se muestra el diagrama de cuerpo libre de esta parte de la estructura, el valor de las reacciones en los extremos y el cálculo de la fuerza cortante y momento máximo.

Se aplicaron las siguientes cargas:

1306,02 N/m ; Carga aplicada de manera uniforme por cada metro lineal de viga

98,1 N/m ; Peso mesón material MDF por cada metro lineal de vigas superiores.

El peso del mesón se determinó a partir de la ecuación 5.13 teniendo en cuenta la densidad del material y el volumen de la placa. La densidad de la madera MDF es de 720 kg/m³ y el volumen del mesón es de 0,0533 m³.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (5.13)$$

Despejando m de la ecuación 5.3 se determina la masa del mesón.

$$m = \rho * V = 720 \frac{kg}{m^3} * 0,0543 m^3 = 40 kg$$

$$P_{Mesón} = 40 kg * 9,81 m/s^2 = 392,4 N$$

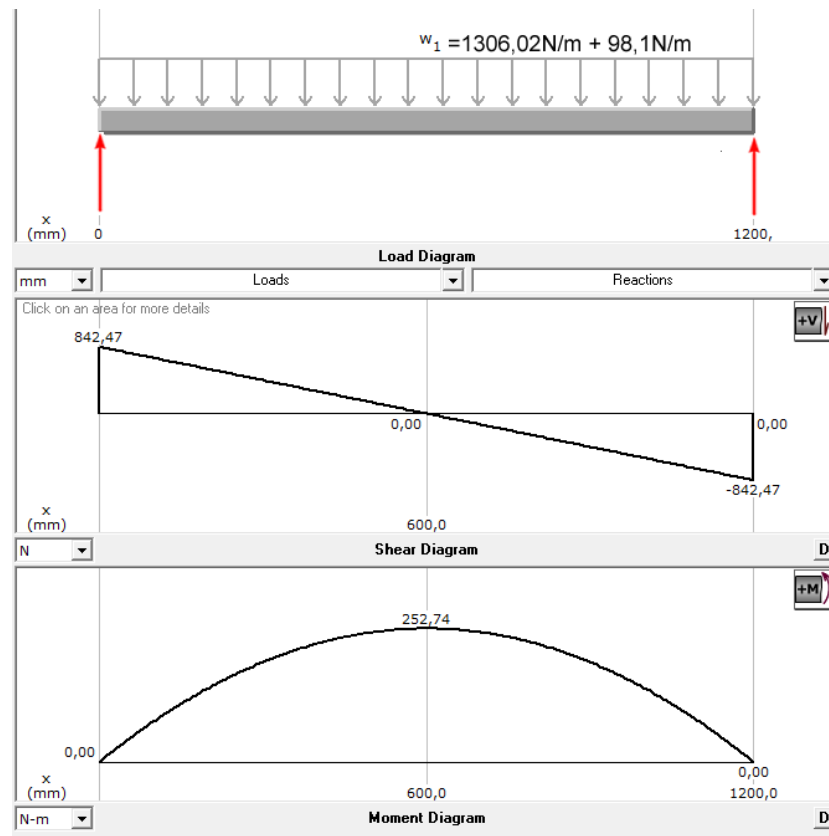
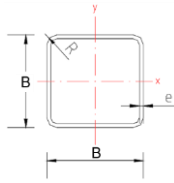


Imagen 32. Diagrama de cuerpo libre y graficas de cortante y momento flexor.

Para garantizar la rigidez y estabilidad de la estructura se considera pertinente seleccionar perfilaría metálica cuadrada, los perfiles de las vigas deben ser huecos ya que ayudan a reducir el peso de forma considerable. Si se trabajara con una sección transversal de 60 mm de ancho por 60 mm de alto con espesor de pared de 3 mm, el esfuerzo máximo se podría calcular de la siguiente manera:

Se procede a calcular el esfuerzo normal máximo mediante la ecuación 5.5.



El momento de inercia para el perfil cuadrado es de $2,483 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$ y la distancia del eje neutro a la parte superior del perfil es de 30 mm.

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I} = \frac{252,74 \text{ Nm} \cdot 0,03 \text{ m}}{2,483 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4} = 30,536 \text{ MPa}$$

El esfuerzo máximo permisible se podría considerar como pequeño con relación a la resistencia de fluencia del material a seleccionar, porque estos perfiles estructurales son fabricados normalmente en acero estructural o en aluminio, materiales que soportan fácilmente los 220 MPa.

En caso de trabajar con perfiles de 40X40 con espesor de 3mm, el esfuerzo sería de;

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I} = \frac{252,74 \text{ Nm} \cdot 0,02 \text{ m}}{8,0 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4} = 63,18 \text{ MPa}$$

No se recomienda trabajar con perfiles de una sección transversal más pequeña que las anteriores, ya que la estructura perdería rigidez además de generarse con más facilidad flexión en las vigas más largas.

Con el resultado obtenido se considera pertinente utilizar perfiles de acero inoxidable 304 o 316 REC, ya que el esfuerzo de fluencia del material es de 2100 kg/cm², lo que equivale a 206 MPa, ver tabla 9.

Tabla 9. Propiedades mecánicas para selección de material. [26]

MATERIAL	RESISTENCIA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA FLUENCIA		MODULO DE ELASTICIDAD E	MODULO DE ELASTICIDAD G	α cm/cm.°C ($\times 10^{-6}$)
	kg/cm ²	ksi	kg/cm ²	ksi	kg/cm ²	kg/cm ²	
ACEROS:							
NOM-1018 T.F	4500	64	3800	54	2.1E6	0.808E6	11.8
NOM-1045 T.C	6400	91	5400	77	"	"	11.8
NOM-1060 T.C	6900	98	3800	54	"	"	11.8
NOM-1075 T.C	7300	104	4100	58	"	"	11.8
NOM-4140 T.T	12000	170	11200	159	"	"	11.8
NOM-4340 T.T	12200	173	11500	163	"	"	11.8
INOX 304 REC.	5200	74	2100	30	1.96E6	0.735E6	16.0
INOX 316 REC.	5200	74	2100	30	1.96E6	0.735E6	16.0
ESTRUCTURAL ASTM A-36	4800	68	2250	36	2.1E6	0.808E6	11.8
ALUMINIOS FORJADOS							
2014-T4	4362	62	2885	41	0.741E6	0.281E6	23.1
2024-T4	4785	68	3370	48	"	"	23.1
6061-T6	3166	45	2800	40	"	"	23.1
ALEACIONES DE COBRE							
BRONCE T.F	7030	100	5270	75	1.195E6	0.450E6	18.3
MONEL T.C	6330	90	3520	50	1.82E6	0.68E6	14.0

Aplicando la ecuación 5.4 el factor de seguridad F.S. sería de;

$$F.S. = \frac{\sigma_y}{\sigma_{max}} = \frac{206 \text{ MPa}}{60,18 \text{ MPa}} = 3,4$$

Cálculos para diseño de gavetas y paneles de división

A nivel industrial se fabrican en lámina metálica generalmente de aluminio o acero galvanizado por la maleabilidad del material ya que este permite ser plegado o doblado con facilidad y soldado.

La imagen 33, representa el diagrama de cuerpo libre del peso aplicado sobre la base de la lámina, cada gaveta se estima que soporte un peso de 20 kg que correspondería al peso de algunos accesorios como válvulas, acoples, mangueras, elementos de medición entre otros. Una gaveta podría soportar un peso mayor sin embargo los rieles metálicos que se consiguen comercialmente para cajones están diseñados para cargas no mayores a 30 kilogramos.

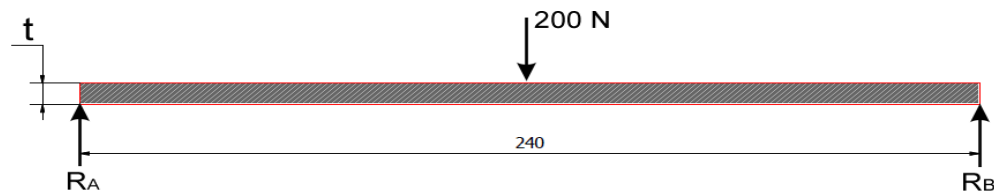


Imagen 33. Diagrama de cuerpo libre sobre las gavetas.

Analizando el esquema de fuerzas las reacciones R_A y R_B tendrían una magnitud de 100 Newtons, por consiguiente la fuerza cortante tendrá este mismo valor. Para el cálculo del esfuerzo cortante se aplica la ecuación 5.2 que tiene en cuenta el área transversal de la lámina y la fuerza que actúa sobre esta.

$$\tau_{perm} = \frac{V}{A} \quad (5.2)$$

El esfuerzo cortante para lámina de acero grado A es de 172 MPa, dato suministrado por la tabla 10, considerando que el factor de seguridad sea de 2, se procede a determinar el esfuerzo cortante permisible de la siguiente manera.

Tabla 10. Descripción y propiedades mecánicas de aceros AISI. [28]

Designación del ASTM.			F _y (min) kg/cm ²	F _u (min/max) kg/cm ²	% elongación en 5.08 cm (min)	F _u /F _y (min)	
Descripción	Producto	Grado					
A611-94	Lámina	A	1756	2951	26	1.68	
Esta especificación cubre láminas de acero de carbono en longitudes cortada o carretes. Incluye cinco niveles de resistencia designadas como Grado A con fluencia mínima de 1756 kg/cm ² ; Grado B con fluencia mínima de 2108 kg/cm ² ; Grado C tipo 1 y 2 con fluencia mínima de 2319 kg/cm ² ; Grado D tipo 1 y 2 con fluencia mínima de 2811 kg/cm ² y Grado E con fluencia mínima de 5622 kg/cm ² . Los Grados A a D tienen ductilidad moderada mientras que el Grado E es un producto duro y poco dúctil sin una elongación mínima especificada.		B	2108	3162	24	1.50	
		C	2319	3373	22	1.45	
		Tipo 1 y 2	D	2811	3654	20	1.30
			Tipo 1 y 2				

$$\tau_{perm} = \frac{\tau}{F.S} = \frac{172 \text{ MPa}}{2} = 86 \text{ MPa}$$

Remplazando τ_{perm} en la ecuación 5.2 y despejando t se tiene;

$$\tau_{perm} = \frac{V}{A} = \frac{100 \text{ N}}{0,24 \text{ m} * t}$$

$$t = \frac{100 \text{ N}}{0,24 \text{ m} * 86 \text{ MPa}} = 4.844 * 10^{-6} \text{ m}$$

Para un peso de 20 kg la lámina debería tener un espesor de 0,00844 mm, teniendo en cuenta que comercialmente no se encuentra un producto de estas dimensiones se recomienda construir las gavetas en lámina de calibre 22 es decir de 0,8 mm de espesor.

Análisis de esfuerzos a las vigas principales en la base de la estructura

La imagen 34, pertenece al diagrama de fuerzas a las que están sometidas las vigas inferiores de la estructura. Para este cálculo se tuvo en cuenta las cargas que transfieren las columnas, los pesos de gavetas, accesorios, paneles de división y de la unidad hidráulica.

P1 = P2 = 1404,125 N fuerza que transfieren las columnas de la estructura a la base.

P3 = 500 N peso de la unidad hidráulica

P4 = 1373,4 N peso total de las gavetas más accesorios y paneles de división

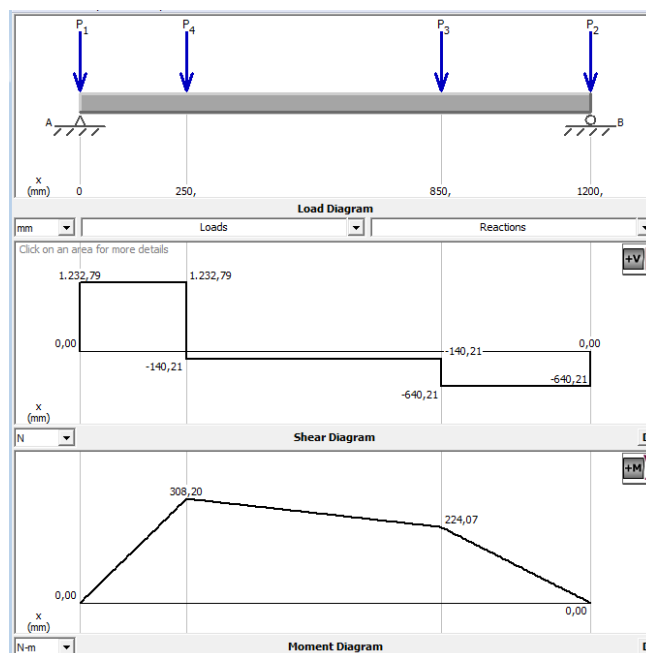


Imagen 34. Diagrama de fuerzas aplicadas sobre las vigas inferiores

Se procede a calcular el esfuerzo generado sobre la viga de perfil cuadrado de 60 mm por 60 mm y de 3 mm de espesor. Remplazando y haciendo uso de la ecuación 5.5 se tiene;

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I} = \frac{308,2 \text{ Nm} * 0,03 \text{ m}}{2,483 * 10^{-7} \text{ m}^4} = 37,237 \text{ MPa}$$

Para sección transversal de 40X40 y espesor de 3mm, el esfuerzo generado sería de 73,19 MPa.

Se puede concluir, que el esfuerzo máximo calculado en las vigas superiores e inferiores que conforman la base de la estructura del banco es significativamente inferior al límite elástico del material seleccionado, en este caso acero inoxidable 304 o 316 REC. Por consiguiente las magnitudes de los esfuerzos máximos calculados, no representan ningún riesgo de deformación permanente, de tal manera que las dimensiones del perfil seleccionado soportan de forma apropiada las cargas que se pueden llegar a aplicar.

Por otra parte el banco está apoyado sobre rodachines en sus extremos inferiores, en cada uno de estos puntos se produce una fuerza de 2111 N es decir de 215 kilogramos aproximadamente, por consiguiente se debe seleccionar un conjunto de rodachines que soporten como mínimo este peso.

5.4 COMPROBACIÓN DE RESULTADOS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS

En el campo de la Ingeniería Mecánica, es fundamental hacer un análisis del comportamiento interno de los materiales sometidos a fuerzas, las cuales hacen que estos experimenten esfuerzos y sufran deformaciones pequeñas o significativamente grandes como para hacer fallar una estructura o mecanismo. En la actualidad podemos encontrar software con módulos de cálculos estructurales mediante la implementación de elementos finitos y es mediante esta técnica que se procederá a realizar el análisis del diseño propuesto y modelado en 3D a través de Autodesk Inventor en el módulo de análisis de tensión.

Para garantizar que los resultados entregados sean veraces es necesario hacer un buen proceso de diseño y selección de materiales para cada una de las partes donde se especifican sus propiedades mecánicas. A continuación se procede a hacer la descripción del proceso realizado para el cálculo de esfuerzos:

- I. Se determinó un punto fijo o zona de restricción de movimiento en la base de la estructura y se distribuyeron cargas o fuerzas externas en diferentes partes con base en lo expuesto en el numeral 5.3 del capítulo 5.

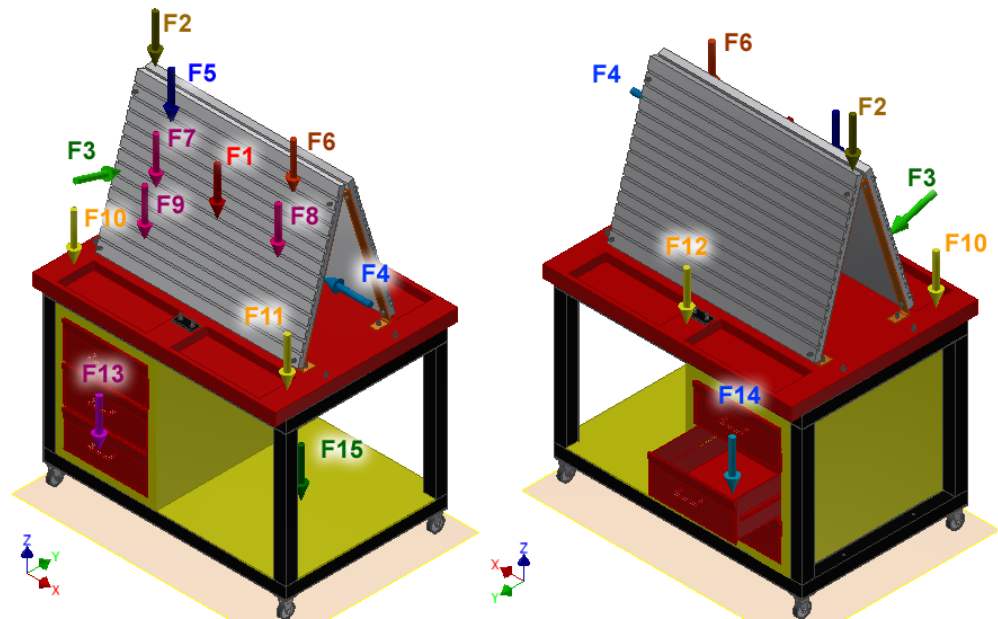


Imagen 35. Fuerzas aplicadas a la estructura
Fuente: Autor.

En la imagen 35, las flechas de diferentes colores indican las fuerzas externas aplicadas a la estructura en distintas partes. La tabla 11, corresponde a las magnitudes de las fuerzas aplicadas sobre la estructura.

Tabla 11. Fuerzas aplicadas para el cálculo de esfuerzos.

<i>FUERZA</i>	<i>MAGNITUD</i>
<i>F1. Peso tablero</i>	<i>500 N</i>
<i>F2. Peso corporal de una persona</i>	<i>690 N</i>
<i>F3. Fuerza de empuje frontal</i>	<i>491 N</i>
<i>F4. Fuerza de empuje lateral</i>	<i>491 N</i>
<i>F5. Peso cilindro mediano</i>	<i>108 N</i>
<i>F6. Peso cilindro pequeño</i>	<i>40 N</i>
<i>F7, F8 Y F9. Válvula + Acoples + Mangueras</i>	<i>700 N</i>
<i>F10, F11 Y F12. Peso corporal de una persona</i>	<i>690 N</i>
<i>F13. Fuerza en agarradera por uso indebido</i>	<i>500 N</i>
<i>F14. Peso de accesorios guardados en las gavetas</i>	<i>200 N</i>
<i>F15. Peso unidad hidráulica</i>	<i>700 N</i>
<i>Nota: la fuerza F9 hace referencia a la posibilidad de que algún joven o niño intente pararse sobre las agarraderas de las gavetas.</i>	

- II. Se establecieron los parámetros del enmallado del sólido, para seccionar la estructura en miles de pequeñas partes muy finas unidas entre sí por nodos, los cuales se puede observar en la imagen 36.

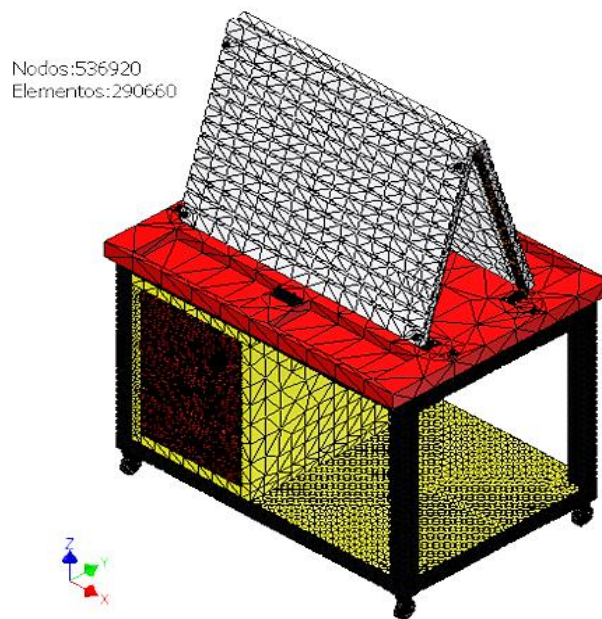


Imagen 36. Generación del enmallado del banco con sus respectivas cargas. Fuente: Autor

- III. Se compilo el programa generado y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

En primer lugar la imagen 37, corresponde a la tensión de Von Mises o esfuerzo equivalente, que indica la energía de deformación elástica que sufre un material en los tres ejes, cuando este valor máximo calculado es superior al límite elástico del material indica que este punto o región del elemento presenta deformación, por consiguiente se puede llegar a fisurar y provocar el colapso o fallo de la pieza.

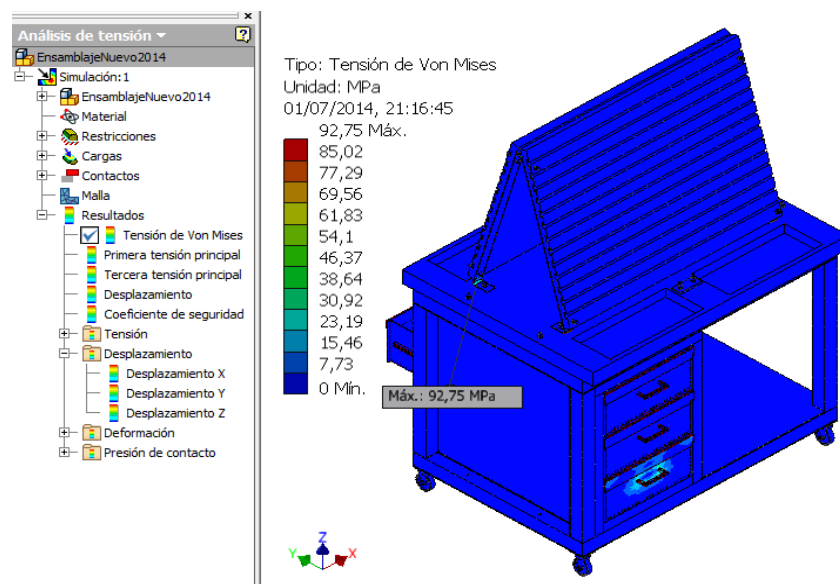


Imagen 37. Esfuerzos máximos generados en la estructura por las cargas aplicadas de la tabla 5.

En este caso el esfuerzo máximo es de 92,75 MPa, el cual se presenta en la base de la estructura de sujeción de los tableros. Esta parte de la estructura es una solera de Acero Inoxidable 316 REC de 2 mm de espesor y 4 cm de ancho, con un límite de fluencia de 206 MPa, según tablas de propiedades mecánicas de metales.

En la imagen 38, se puede ver con más claridad los cambios en el color del ensamble, pasando de un azul oscuro de esfuerzos mínimos a tonos rojos intensos que indican la sección del material donde se concentran los esfuerzos principales. Por consiguiente es en esa zona donde el material puede llegar a fallar si el esfuerzo hallado es mayor que el de fluencia del material.

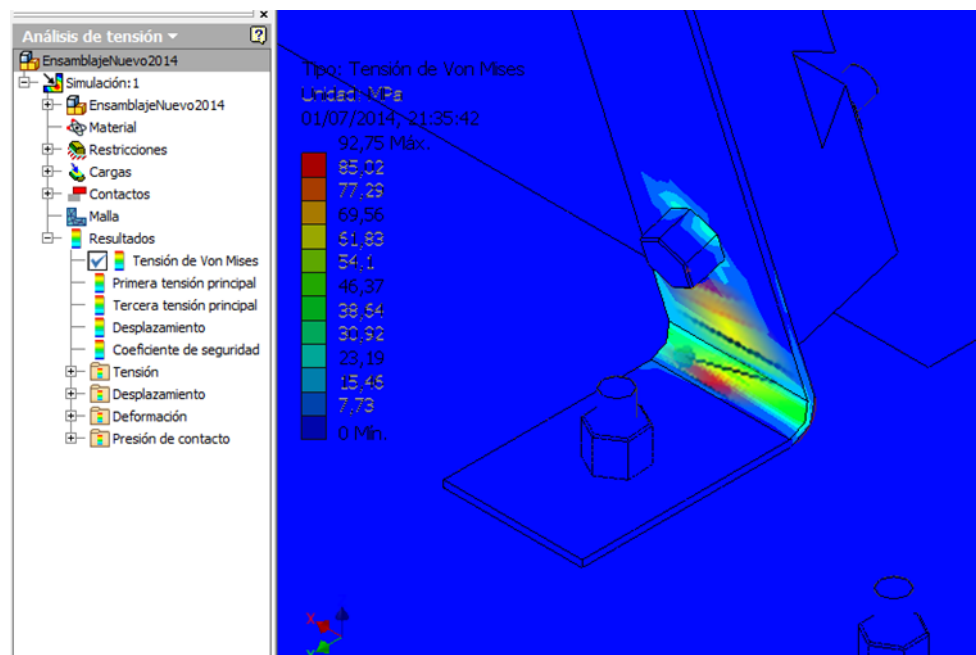


Imagen 38. Zona de posible colapso o rotura del material.

Fuente: Autor

Con base en lo expuesto anteriormente, se puede concluir que la estructura soporta perfectamente los esfuerzos generados bajo las condiciones de carga aplicadas.

El tercer esfuerzo principal calculado se aprecia en la imagen 39, se genera en la agarradera de la gaveta, aunque es un esfuerzo pequeño las mismas condiciones del material de fabricación hacen que estos elementos no estén diseñados para absorber de forma indicada presiones puntuales que generen momentos flectores en sus puntos de soldadura. El esfuerzo generado en los puntos de unión es de 25,2 MPa y el desplazamiento de material es de 0,305 mm para una carga de 500 N.

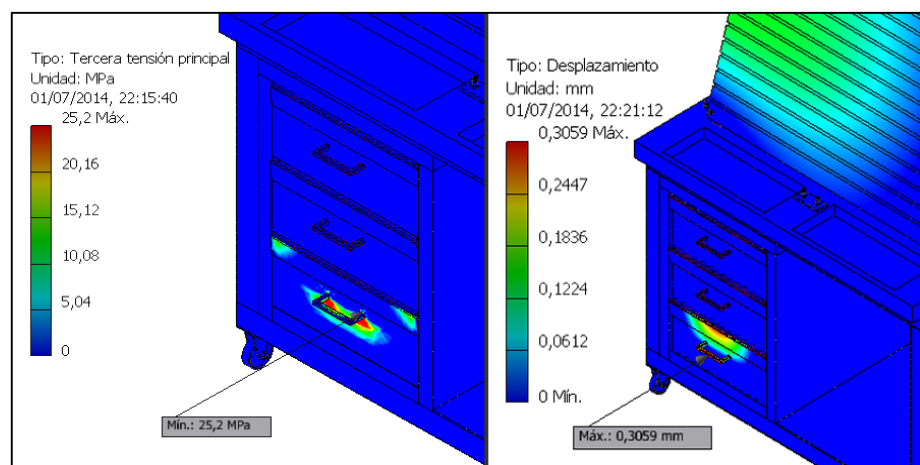
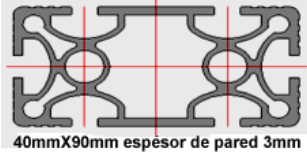


Imagen 39. Tercer esfuerzo principal generado en las manijas de las gavetas. Fuente: Autor.

Con base en los resultados obtenidos en la sección 5.3 y mediante el análisis de elementos finitos realizado en Inventor Professional 2013, los materiales que cumplen con los requerimientos mecánicos de diseño para la construcción de la estructura del banco de oleohidráulica son los que se muestran a continuación en la tabla 12.

Tabla 12. Materiales seleccionados para la construcción

Partes	Material	Perfil
Tableros metálicos	Aluminio 6061 T4	 40mmX90mm espesor de pared 3mm
Soportes de tableros	Acero inoxidable 316 REC	 40 mm X 2 mm
Mesón	Madera MDF con lamina plástica de recubrimiento	Lamina de 60 mm de espesor
Columnas y vigas	Acero inoxidable 316 REC	 60X60 espesor 3mm
Gavetas	Acero galvanizado o laminado en frio	Lamina calibre 22
Paneles de división	Acero galvanizado o laminado en frio	Lamina calibre 22
Rodachines	Acero inoxidable para carga pesada.	
Tornillería	Acero al carbono	8 mm de diámetro
Soldadura	AWS 6013	

Los planos detallados para el proceso de construcción de la estructura se pueden encontrar al final del documento en el anexo A.

6. CIRCUITOS HIDRÁULICOS PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO

6.1 PARÁMETROS DE SELECCIÓN

En el capítulo 3, se abordaron los conceptos relacionados a los sistemas hidráulicos como tal y se realizó una descripción general de sus componentes, se sabe que los sistemas hidráulicos tienen la función de transmitir una fuerza gracias a la presión generada en un fluido confinado o encerrado dentro de un recipiente. Para poder controlar el fluido y direccionarlo es necesario hacer una interconexión de una serie de elementos que deben ser determinados a partir de las necesidades del trabajo que se requiera realizar, por lo cual se tienen en cuenta factores como: fuerza, presión, velocidad, tiempos, ciclos de accionamiento y desde luego el número de actuadores como pueden ser cilindros o motores hidráulicos, además de considerar el espacio disponible para la ubicación de los elementos hidráulicos.

Los circuitos hidráulicos pueden ser de dos tipos dependiendo de la forma de accionamiento de las válvulas, pueden ser circuitos manuales de mandos mecánicos y circuitos controlados por impulsos eléctricos. La electrohidráulica a diferencia de la oleohidráulica básica difiere en la manera de transmitir las señales ya que se hace a través de captadores y transductores, por consiguiente la electrohidráulica reúne los principios del manejo de fluidos asociados al control mediante comandos eléctricos.

Para la selección de las prácticas de laboratorio, es importante tener en cuenta que dentro del inventario se cuenta con una unidad hidráulica, cuya válvula direccional es de solenoides es decir controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina. El solenoide tiene la función de convertir la energía eléctrica en energía mecánica para activar la válvula en un sentido, en este caso se trabajará con una electroválvula de cuatro vías, tres posiciones y de doble solenoide, para lo cual se deberá de implementar su respectivo circuito de control eléctrico.

La imagen 40, corresponde a una válvula direccional de accionamiento electrohidráulico donde "a" y "b" son los solenoides. [29]

Al contar únicamente con dos cilindros lineales de doble efecto, se podría pensar en diseñar sistemas hidráulicos básicos de accionamiento de forma manual mediante pulsadores eléctricos conectados directamente a las terminales de las bobinas, o pensar en montar secuencias de accionamiento de uno o dos pistones de forma automática con la ayuda de sensores y de un circuito eléctrico que envíe la señal captada a las bobinas.

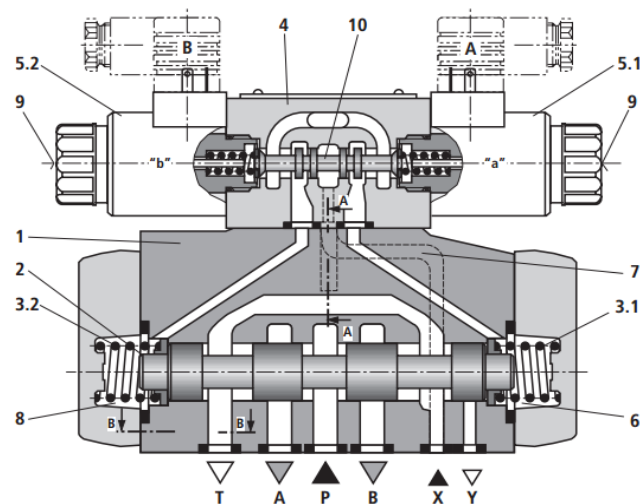


Imagen 40. Corte transversal de una electroválvula Bosch Rexroth. [29]

Para poder entender de manera general un plano o sistema hidráulico, es conveniente conocer la simbología que se maneja a nivel de ingeniería ya que internacionalmente se emplean normas como la ISO y la UNE entre otras. Como ayuda didáctica para el modelamiento y animación de los circuitos, se pueden emplear programas como E³.schematic que permite la creación de esquemas hidráulicos, y de igual forma el software FluidSIM4 que brinda la misma plataforma para el diseño en 2D y proceso de animación de gran utilidad ya que permite ver si las confecciones entre elementos son posibles y funcionales.

6.2 NORMA UNE-101 149 86 (ISO 1219-1 / ISO 1219-2)

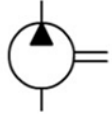
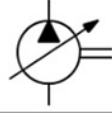
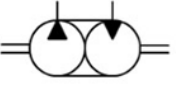
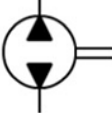
Estas normas recopilan los símbolos que fueron asignados para la realización de los esquemas neumáticos e hidráulicos, la simbología es prácticamente la misma en los dos casos. Internacionalmente, existen otras normas ver tabla 13, que complementan a la anterior, las cuales no serán tratadas en este caso, pero que deben conocerse. [30]

Tabla 13. Normas UNE sobre temas oleohidráulicos.

<i>Norma</i>	<i>Descripción</i>
<i>UNE 101-101-85</i>	<i>Gama de presiones.</i>
<i>UNE 101-149-86</i>	<i>Símbolos gráficos.</i>
<i>UNE 101-360-86</i>	<i>Diámetro de los cilindros y de los vástagos de pistón.</i>
<i>UNE 101-362-86</i>	<i>Cilindros gama básica de presiones normales.</i>
<i>UNE 101-363-86</i>	<i>Serie básica de carreras de pistón.</i>
<i>UNE 101-365-86</i>	<i>Cilindros, medidas y tipos de roscas de los vástagos de pistón.</i>

Las bombas hidrostáticas también llamadas volumétricas, convierten la energía mecánica proveniente del equipo de accionamiento o motor en energía hidráulica, las bombas succionan el aceite y alimentan el sistema de tuberías. La simbología para bombas y depósitos se puede apreciar en la tabla 14.

Tabla 14. Representación gráfica de bombas y depósitos. [30]

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Bomba hidráulica de flujo unidireccional.		Bomba hidráulica de caudal bidireccional variable.
	Bomba hidráulica de caudal variable.		Mecanismo hidráulico con bomba y motor.
	Bomba hidráulica de caudal bidireccional.		Depósito. Símbolo general.
			Depósito hidráulico.

Las válvulas de regulación y control, se nombran y representan de manera que se indica en primer lugar el número de vías (orificios de entrada o salida) y a continuación el número de posiciones. La norma establece la identificación de los orificios o vías de las válvulas, estas se pueden apreciar en la tabla 15.

Tabla 15. Designación de válvulas.

Designación de conexiones	Letras	Números
Conexiones de trabajo	A, B, C...	2, 4, 6 ...
Conexiones de presión, alimentación de energía	P	1
Escapes, retornos	R, S, T ...	3, 5, 7 ...
Conexiones de mando	X, Y, Z ...	10, 12, 14 ...

Dentro de los componentes principales se pueden encontrar elementos de control, medición, mantenimiento y de conexión como mangueras y tuberías. Las tablas 16 y 17, corresponde a la simbología de los componentes básicos más utilizados en sistemas hidráulicos. [31]

Tabla 16. Símbolos de componentes principales. [31]

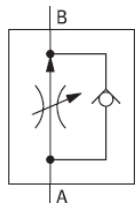
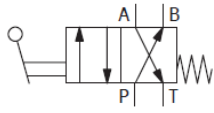
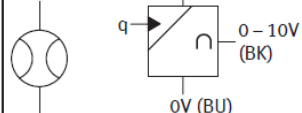
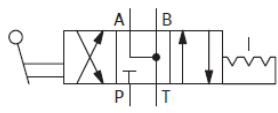
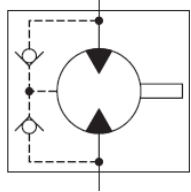
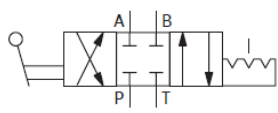
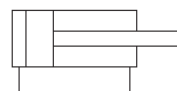
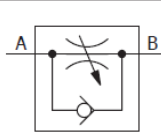
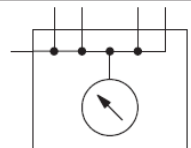
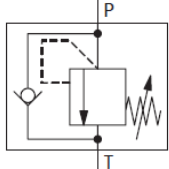
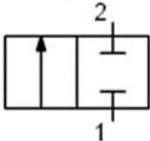
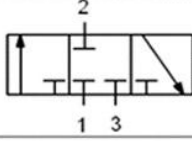
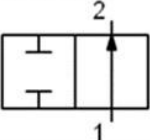
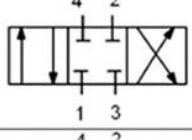
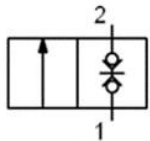
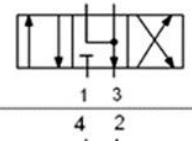
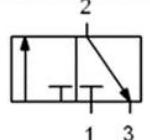
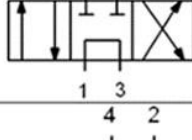
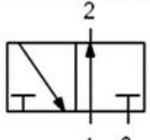
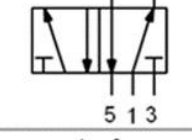
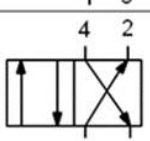
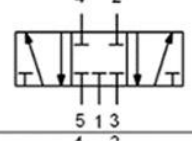
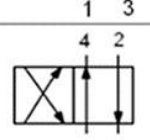
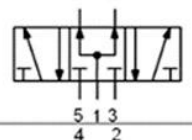
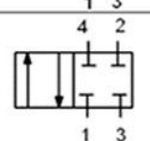
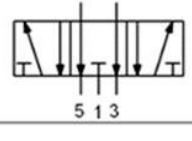
Componente	Símbolo gráfico	Componente	Símbolo gráfico
Válvula reguladora de caudal de 2 vías		Manómetro	
Válvula de 4/2 vías con palanca manual, con reposición por muelle		Sensor de caudal	ISO 1219-1 EN 60617-7 24V (RD) 0-10V (BK) 0V (BU) 
Válvula manual de 4/3 vías con posición central a descarga (AB > T) y enclavamiento		Motor hidráulico	
Válvula manual de 4/3 vías con centro cerrado y enclavamiento		Válvula de antirretorno, 0,6 MPa (6 bar) de presión de apertura	
Válvula de cierre		Válvula de antirretorno, desbloqueable	
Cilindro diferencial 16/10/200		Conector en T	
Válvula de estrangulación y antirretorno		Distribuidor cuádruple, con manómetro	
Válvula limitadora de presión		Peso de 9 kg para cilindro diferencial	

Tabla 17. Simbología de válvulas direccionales. [31]

Símbolo	Descripción		
	Válvula 2/2 en posición normalmente cerrada.		Válvula 3/3 en posición neutra cerrada.
	Válvula 2/2 en posición normalmente abierta.		Válvula 4/3 en posición neutra cerrada.
	Válvula 2/2 de asiento en posición normalmente cerrada.		Válvula 4/3 en posición neutra escape.
	Válvula 3/2 en posición normalmente cerrada.		Válvula 4/3 en posición central con circulación.
	Válvula 3/2 en posición normalmente abierta.		Válvula 5/2.
	Válvula 4/2.		Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 4/2.		Válvula 5/3 en posición normalmente abierta.
	Válvula 4/2 en posición normalmente cerrada.		Válvula 5/3 en posición de escape.

6.3 COMPONENTES ELÉCTRICOS

Los circuitos eléctricos están conformados por una serie de componentes que permiten el paso de una corriente eléctrica a través de los dispositivos. Para que exista una circulación de corriente eléctrica es necesario que el circuito este cerrado y alimentado por un generador. Para el manejo de los equipos o cuadros de contactores es necesario emplear una serie de aparatos, que los podemos dividir en sistemas de mando permanente o de mando instantáneo. [32]

La principal característica de los sistemas de mando permanente está en que al accionar el dispositivo de puesta en marcha, este permanece en esa posición hasta que se actué nuevamente sobre ella. Permiten simplificar bastante tanto los esquemas de mando como los circuitos, se utilizan elementos como interruptores, conmutadores, selectores, pulsadores de llave, etc.

Los sistemas de mando instantáneo tienen la particularidad de recuperar la posición de reposo en el momento en que cesa la fuerza que se ejerce sobre ellos. Entre estos se encuentran los pulsadores y finales de carrera.

6.3.1 Los contactos eléctricos

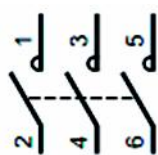
Son los elementos de mando que conectarán o desconectarán instalaciones eléctricas que alimentan a los receptores. Dichos contactos están alojados en las cámaras de contactos y son accionados por diversos sistemas, como pulsadores, interruptores, relés, etc. En cada cámara de contactos pueden haber uno o varios contactos, básicamente existen dos tipos de contactos que pueden ser normalmente abiertos (N.A) y normalmente cerrados (N.C). [33]

El contacto N.A, no deja pasar la corriente hasta que no es accionado, y el contacto N.C. si deja pasar la corriente hasta que es accionado abriendo el circuito impidiendo el paso de corriente. Ambos contactos vuelven a la posición inicial una vez finalizado el accionamiento, las partes principales de un contactor se describen en la imagen 41.



Partes de un contactor:

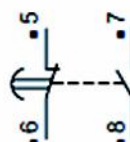
- Contactos principales: 1-2, 3-4, 5-6. Tienen por finalidad abrir o cerrar el circuito de fuerza o potencia.
- Contactos auxiliares: 13-14 (NC). Se operan en el circuito de mando o maniobras. Por este motivo soportan menos intensidad que los principales. El contactor de la figura sólo tiene uno que es normalmente abierto.
- Circuitos electromagnéticos: constan de tres partes.
 1. El núcleo, en forma de E. parte fija.
 2. La bobina: A1-A2.



Contactos principales



Contactos auxiliares



Mandos de control

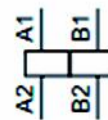
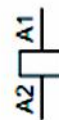


Imagen 41. Componentes de un contactor. [34]

6.3.2 Relés

Los relés son dispositivos de conexión capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes en un circuito, permiten el cierre o apertura de un contacto a distancia, algo necesario en un circuito de potencia. También permiten el diseño de sistemas de control, constan de una bobina, encargada de generar la fuerza necesaria para la maniobra, un elemento de transmisión del esfuerzo mecánico y uno o varios contactos.

Los contactos de los relés temporizados se abren o cierran una vez transcurrido un tiempo desde que se les aplica o corta la tensión a su bobina, es decir, desde el cambio de estado. El tipo de temporización a la conexión (o trabajo) o a la desconexión (o reposo) depende de la misión a realizar dentro del circuito. La simbología asignada se puede observar en la imagen 42.

Mandos de control

Mando electromagnético Símbolo general		Mando electromagnético de enclavamiento mecánico	
Mando electromagnético Contactor auxiliar		Mando electromagnético de un relé polarizado	
Mando electromagnético Contactor		Mando electromagnético de un relé intermitente	
Mando electromagnético de 2 devanados		Mando electromagnético de un relé por impulsos	
Mando electromagnético de puesta en trabajo retardada		Mando electromagnético de accionamiento y desaccionamiento retardados	
Mando electromagnético de puesta en reposo retardada		Bobina de relé RH temporizado en reposo	
Mando electromagnético de un relé de remanencia		Bobina de relé RH de impulso en desactivación	

Imagen 42. Simbología de mandos de control eléctricos IEC 1082-1. [35]

6.4 SELECCIÓN DE CIRCUITOS HIDRÁULICOS

Para garantizar un buen uso de los materiales con los que se cuenta por parte de la Universidad, las prácticas que se realicen deberán ser enfocadas a darles el mejor uso posible a cada uno de los componentes con los que se cuenta actualmente los materiales y que anteriormente en el documento fueron descritos dentro del inventario que se realizó.

Con la implementación de estas prácticas se busca que los estudiantes se familiaricen con los elementos que conforman un sistema hidráulico y su funcionamiento, además de demostrar sus capacidades analíticas a la hora de diseñar circuitos oleohidráulicos de mayor complejidad. El contenido de las guías estará enfocado a los siguientes aspectos:

- Reconocimiento de componentes y especificaciones técnicas.
- Interpretación y dibujo de esquemas de sistemas hidráulicos y electrohidráulicos.
- Simulación del funcionamiento de los circuitos con la ayuda de programas como FluidSIM.
- Diseño y desarrollo de circuitos electrohidráulicos de accionamiento por pulsadores.
- Diseño y desarrollo de circuitos de comandos eléctricos de secuencia mediante lógica cableada.
- Realización de montajes en el banco didáctico.
- Mediciones de presión, cálculos de caudal mediante variación de velocidad en la salida de los actuadores (Cilindros).

- Respuesta a inquietudes
- Desmontaje
- Realización de informes

El primer circuito a implementar es básico, consiste en el accionamiento de un cilindro de doble efecto con limitación de presión a través de una válvula de alivio. A continuación, se puede observar el diagrama y cada uno de los componentes a utilizar.

La imagen 43, fue tomada del manual de fundamentos de hidraulica de la marca Lab.Volt impreso en Canada y posteriormente editada.

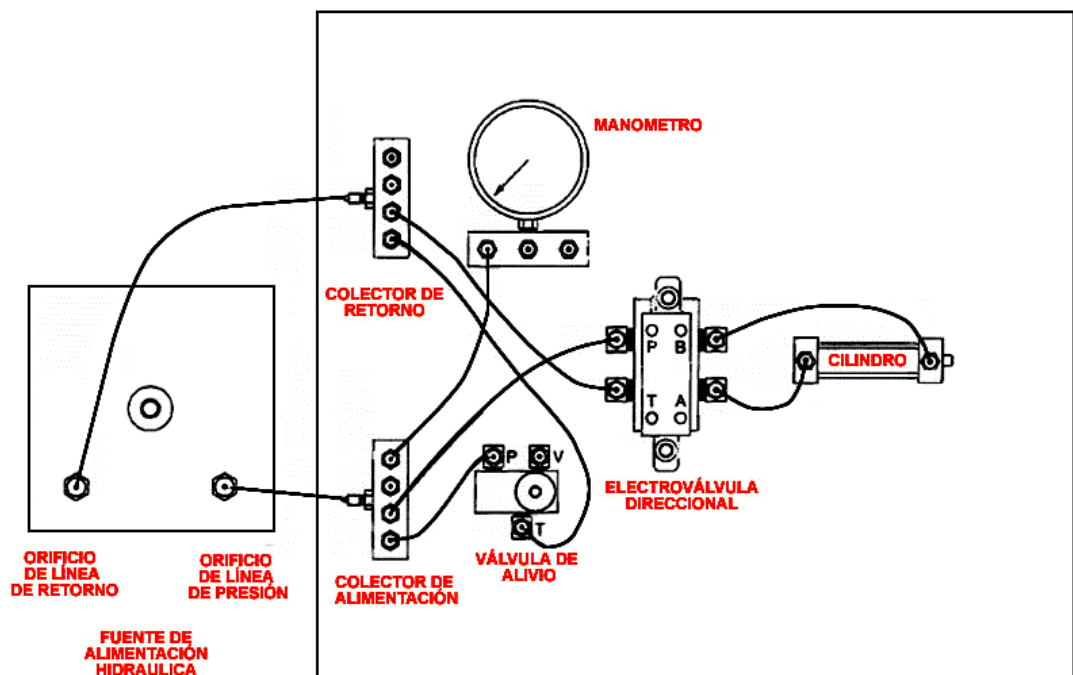


Imagen 43. Sistema de accionamiento de un cilindro de doble efecto. [36]

El circuito consta de los siguientes elementos:

- Motor eléctrico
- Bomba hidráulica.
- Depósito de fluido hidráulico.
- Filtro.
- Bloque de distribución de presión.
- Bloque de distribución de retorno a tanque.
- Válvula de alivio o limitadora de presión.
- Electroválvula 4/3 en posición neutra normalmente cerrada con muelle.
- Cilindro hidráulico de doble efecto.
- Manómetros
- Mangueras

Del anterior listado no se cuenta con válvula de alivio o VLP, válvula reguladora de caudal, colectores y mangueras suficientes. Por otra parte hacen falta los componentes eléctricos para el circuito de accionamiento de la electroválvula direccional y una fuente de alimentación de 24 voltios.

En la imagen 44 y 45, se implementó el sistema de accionamiento de un cilindro de doble efecto utilizando FluidSIM, se corroboró su funcionamiento y se diseñó un circuito eléctrico con tres pulsadores.

S1 permite la energización del solenoide Y1.

S2 permite la energización del solenoide Y2.

S0 permite desenergizar el sistema regresando la electroválvula a su posición central y descargando el fluido directamente a tanque.

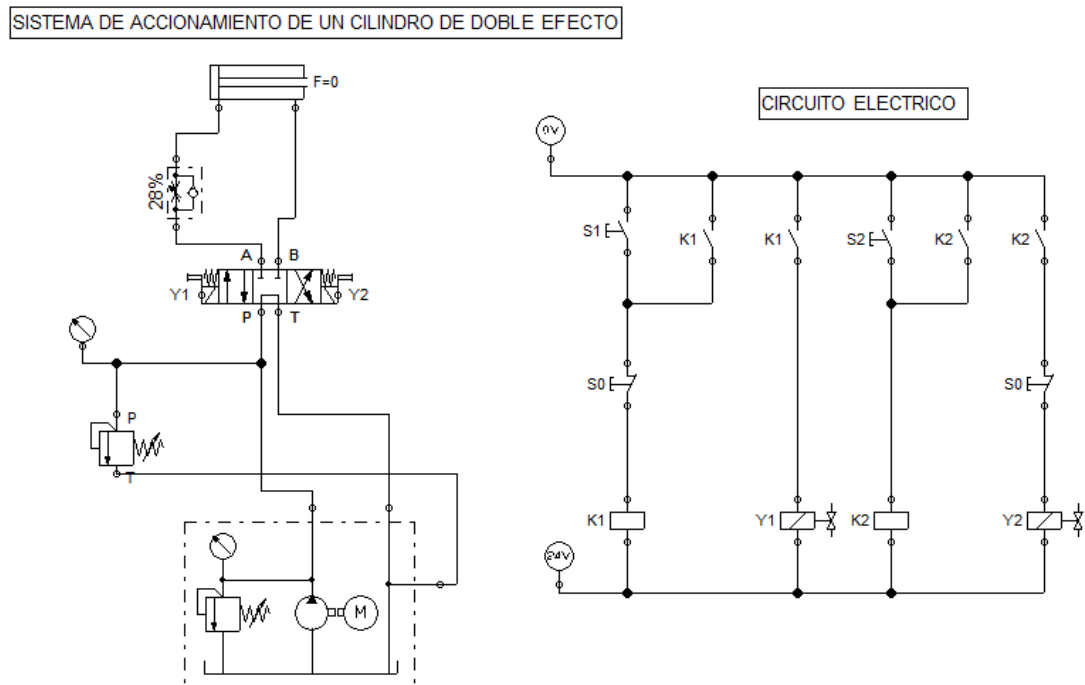
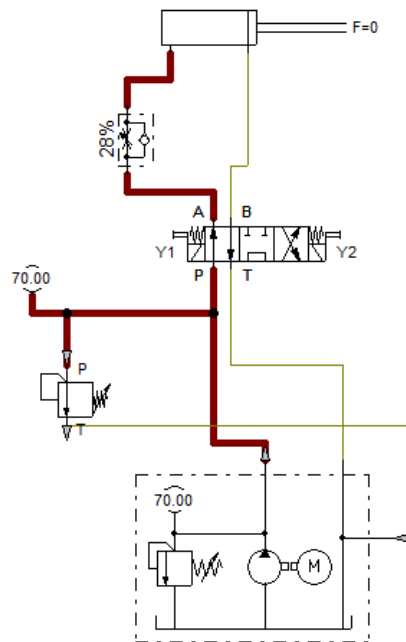


Imagen 44. Accionamiento de un cilindro con electroválvula direccional 4/3.

Fuente: Autor

SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO



CIRCUITO ELECTRICO

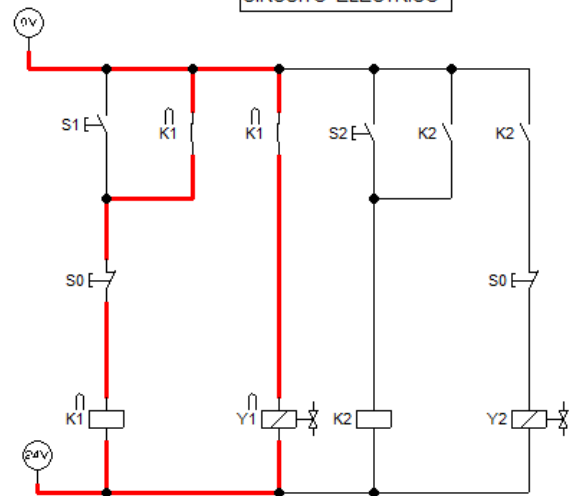


Imagen 45. Diseño de circuito eléctrico de control.

Fuente: Autor.

La automatización de la secuencia se puede lograr mediante la implementación de finales de carrera eléctricos, que son en sí interruptores electro-mecánicos que permiten la conexión o desconexión. Los interruptores finales de carrera, se componen normalmente de una caja, un elemento de contacto (cámara de contacto) y un dispositivo mecánico de accionamiento, las partes internas de un final de carrera se pueden observar en la imagen 46.

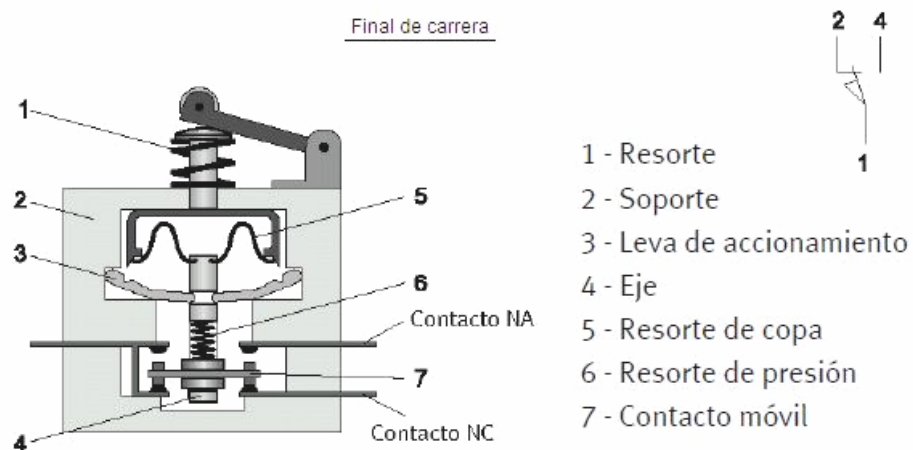


Imagen 46. Componentes de un final de carrera. [37]

En la imagen 47, se propone un sistema de accionamiento en el que se montan finales de carrera sobre la línea de recorrido del vástago del cilindro, esto permite al final del recorrido del vástago activar mediante el fin de curso la bobina Y2 de la válvula direccional y con el fin de curso a la salida del vástago desenergizar la electroválvula para que el aceite hidráulico mientras la unidad continúe encendida descargue directamente hacia el tanque.

1S1 corresponde al fin de curso en posición inicial o inicio de carrera del cilindro.
1S2 corresponde al fin de curso en posición final del recorrido del vástago

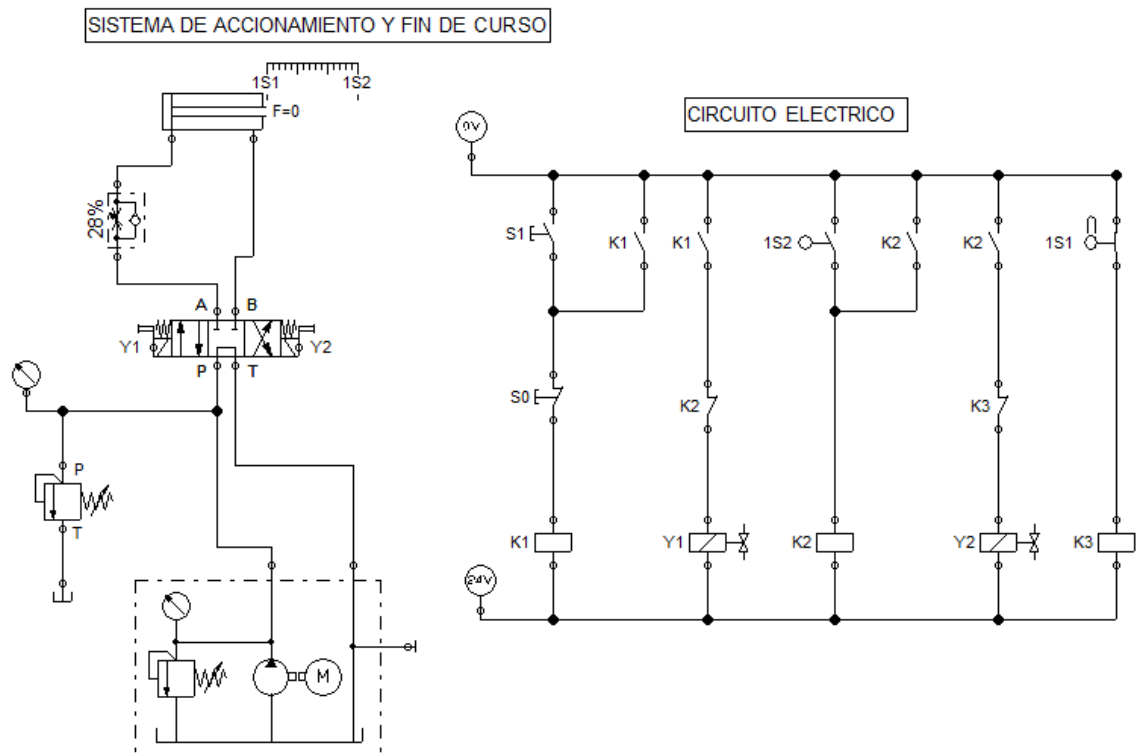


Imagen 47. Accionamiento de un cilindro con finales de carrera.

Fuente: Autor

La posición de los finales de carrera puede ser variada siempre y cuando puedan entrar en contacto con el vástago durante su desplazamiento ya sea a la salida o en la retracción. Para poder hacer uso de los dos cilindros con los que se cuenta es necesario adquirir una electroválvula direccional, que permitirá hacer secuencias conjuntas muy comunes en procesos industriales, como por ejemplo en una máquina de troquelado donde un cilindro sujeta una pieza para luego por presión ser estampada mediante el accionamiento de un segundo pistón.

En este caso, además de la válvula direccional, es indispensable una válvula de regulación de caudal, para controlar la velocidad con la que se desplaza el embolo del cilindro y 4 finales de carrera. La válvula direccional puede ser 4/3 o una 4/2 la selección ya depende del costo aunque la 4/2 sería la más indicada al ser de menor costo.

La imagen 48, corresponde a un sistema hidráulico de dos cilindros en la secuencia [A+ B+ B- A-], esto quiere decir que primero sale el cilindro A y al hacer contacto con el fin de curso 1S2, da la orden para el accionamiento del cilindro B, el cual sale toca el fin de curso y se regresa a su posición de inicio hasta hacer contacto con 1S3 provocando que se energice la bobina Y2 de la electroválvula 4/3.

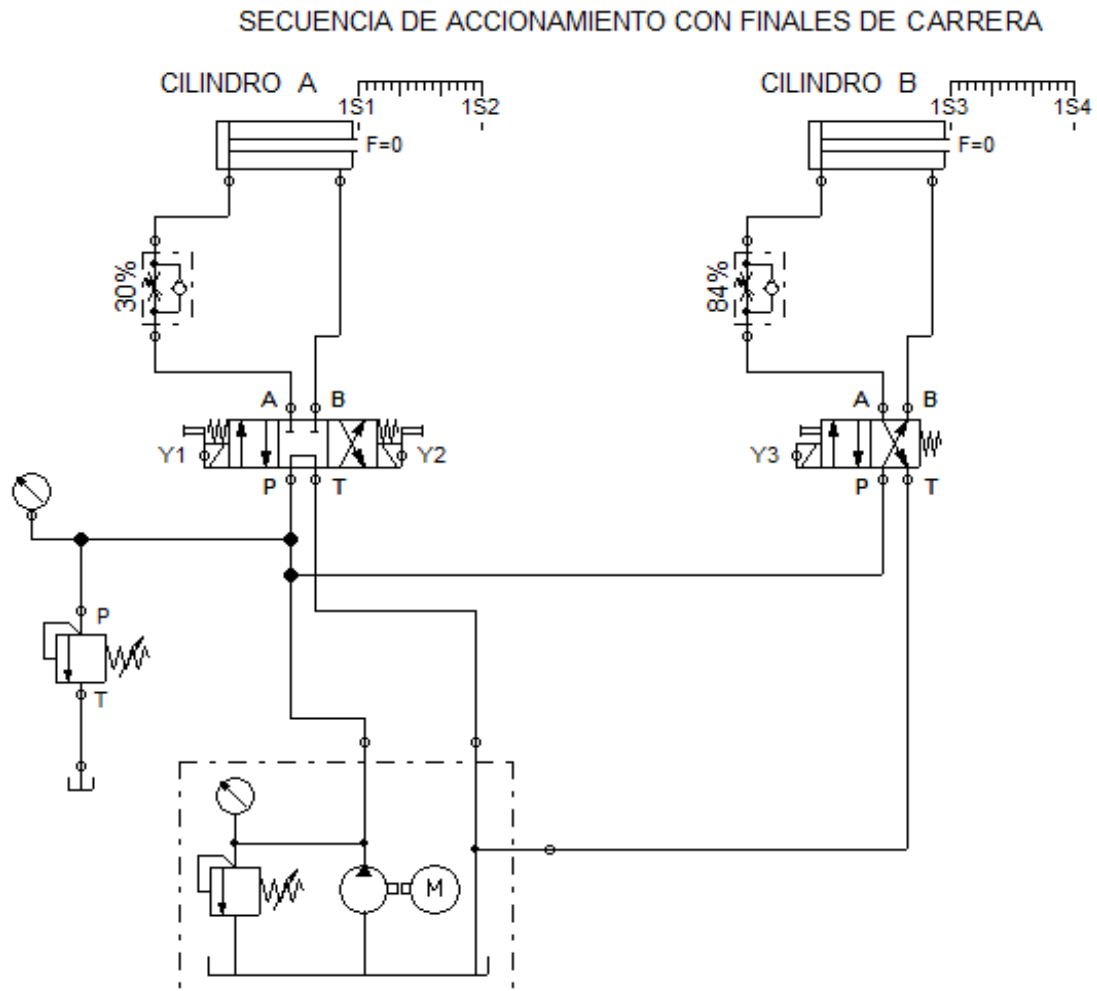


Imagen 48. Secuencia de accionamiento de dos cilindros.
Fuente: Autor

El circuito de potencia y control eléctrico de la imagen 49, permite hacer el control de la secuencia de accionamiento de los dos cilindros gracias a las señales que envían los sensores de posición al entrar en contacto con el vástago de los actuadores.

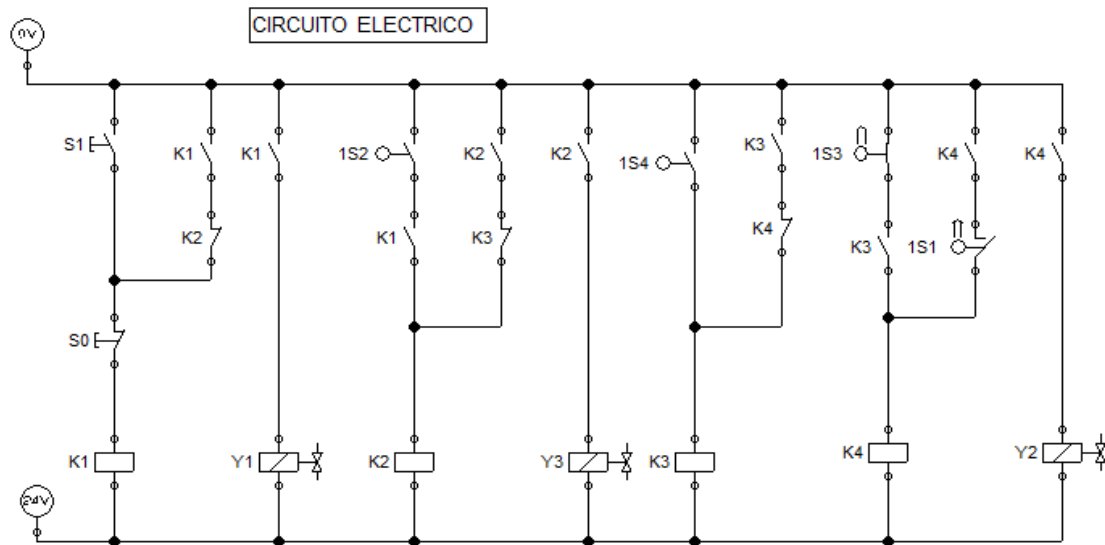


Imagen 49. Circuito cableado de control eléctrico.
Fuente: Autor

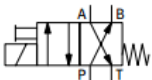
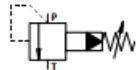
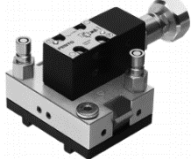
6.5 SELECCIÓN DE COMPONENTES FALTANTES

El proceso de diseño realizado en la sección 6.4, fue de gran ayuda para identificar los elementos faltantes para la realización de las prácticas de sistemas oleohidráulicos, como se puede ver los montajes son muy sencillos de realizar. La parte eléctrica es un poco más compleja y de cuidado que involucra conocimientos en cuanto al manejo de dispositivos eléctricos y comprensión de circuitos cableados, con la que se debe ser precavidos ya que los solenoides en las electroválvulas se pueden llegar a fundir si se provocan cortos en las conexiones o si son energizadas a un voltaje superior a los 24V.

La Facultad de Ingeniería Mecánica debe adquirir los siguientes elementos hidráulicos:

- Una electroválvula direccional 4/2, que funcione a 24V
- Una válvula limitadora de presión conocida también como (VLP), de presión máxima de funcionamiento superior a los 100 bares.
- Dos válvulas reguladoras de caudal con anti retorno como mínimo, el ideal serían 4.
- Seis mangueras de 3/8 de pulgada y de 40 cm de longitud cada una aproximadamente.
- Tres mangueras de 3/8 de pulgada y de 60 cm de longitud.
- Racores para manguera de 3/8, de acople rápido
- Bloques de distribución o adaptadores para derivación de conexiones, (Ts).

Tabla 18. Selección de componentes hidráulicos. Fuente: Autor.

Descripción de elementos hidráulicos				
ELEMENTO	CANTIDAD	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
Electroválvula direccional 4/2 	1		Presión de servicio 60 bar Presión máxima admisible 120 bar	544346 Marca FESTO
Válvula reguladora de presión 	1		Presión de funcionamiento 60bar, presión máxima 120bar	152849 Marca FESTO
Válvulas reguladoras de caudal	2		Presión máxima 350 bar. Caudal máximo 15L/min. Acople 3/8	HVCF-80112 MACNOA LIMITADA
Manguera hidráulica	9		Presión de trabajo 276 Bar Temperaturas entre -40 y 100°C	SAE 100R2AT
Acoples rápidos	18		Serie "P" acople completo 3/8"	73P-10A POBERAJ S.A.
Acoples múltiples	3		T lateral cónica fija macho	SR161238 SICONCONTROL S.L
Acople múltiple en cruz	2			SA263838 SICONCONTROL S.L

En cuanto a la parte eléctrica para la energización de las bobinas de las electroválvulas se necesita:

Tabla 19. Selección de componentes eléctricos. Fuente: Autor.

<i>Elementos eléctricos para circuitos de control</i>		
<i>Cantidad</i>	<i>Nombre</i>	<i>Imagen</i>
<i>1</i>	<i>Fuente de alimentación de 24 voltios</i>	
<i>4</i>	<i>Relés temporizados a la conexión y desconexión</i>	
<i>4</i>	<i>Finales de carrera eléctricos, dos accionados por derecha y dos por izquierda</i>	
<i>20</i>	<i>Borneras eléctricas, permiten la distribución de energía con facilidad en los circuitos eléctricos</i>	
<i>Dos pulsadores normalmente abiertos (N.A.) y un pulsador normalmente cerrado (N.C). Tensión de alimentación 24 V</i>		
<i>Cable para bobina calibre 16 AWG 15 metros, se recomienda trabajar con cables de tres colores diferentes</i>		

6.6 FLUIDO HIDRÁULICO RECOMENDADO

La elección del aceite para la unidad hidráulica, depende de las características de la bomba y del índice de viscosidad del fluido. Generalmente los sistemas hidráulicos funcionan con aceites minerales enriquecidos con aditivos que mejoran sus propiedades físicas y químicas. El banco hidráulico por ser de carácter didáctico, no estará en continuo funcionamiento por lo cual el desgaste en los componentes rotativos no es significativo.

El aceite debe ser altamente refinado para evitar problemas en las válvulas, además de propiedades anti corrosivas y de formación de espuma, por ejemplo un aceite HLP protege contra corrosión, envejecimiento y desgaste. La viscosidad varía con el aumento de la temperatura, que es generada por la fricción entre elementos mecánicos y el fluido que circula a lo largo del sistema, por esta razón el grado de viscosidad del aceite es importante tenerlo en cuenta.

Con base en las anteriores observaciones, se recomienda usar como fluido un aceite HLP46, de viscosidad media teniendo en cuenta que la unidad hidráulica no estará sometida a un régimen de trabajo continuo ni pesado. En el mercado se pueden encontrar diversos fabricantes como es el caso de la compañía FUSCH, reconocida por sus aceites hidráulicos de calidad PREMIUN, formulados a partir de aceites minerales paranínicos de alto grado de refinado y aditivos antidesgaste E.P., inhibidores de oxidación y corrosión, antiherrumbre, antidesgastes, mejoradores del índice de viscosidad IV y de represores de punto de congelación. Mediante catálogo se seleccionó el aceite hidráulico de referencia (Rebolin B HLP46), que funciona para todo tipo de sistemas hidráulicos, independientemente del tipo de bomba que tenga el equipo, incluso las que contengan elementos de bronce y en las condiciones de servicio más severas.

CONCLUSIONES

Los sistemas hidráulicos permiten el control de la potencia o fuerza suministrada por una unidad, así como de la velocidad y la posición de actuadores que generan el movimiento en mecanismos. Por esta razón son de uso común en máquinas móviles y en procesos industriales que como Ingenieros Mecánicos deben de conocer.

El diseño del banco didáctico servirá de apoyo al mejoramiento en la calidad de la educación que reciben los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica, al permitirles realizar montajes de sistemas oleohidráulicos controlados por comandos eléctricos, así como la libertad de proponer soluciones a procesos donde se necesite la transmisión de grandes fuerzas para el desplazamiento, por ejemplo de cargas pesadas.

El diseño del banco didáctico para prácticas de hidráulico propuesto en el desarrollo del presente documento, permitirá hacer uso de los equipos comprados por la Universidad desde hace ya varios años y que en el momento no prestan ningún servicio a la comunidad educativa de la USTA.

El dimensionamiento de la estructura del banco didáctico es el adecuado para el espacio con el que se cuenta en el laboratorio, además de garantizar la ergonomía o comodidad de los usuarios a la hora de hacer uso del equipo.

Es indispensable el desmonte de la electroválvula direccional 4/3 de la unidad hidráulica, para ser montada sobre el panel de trabajo ya que permitirá tener mayor comodidad a la hora de hacer las conexiones respectivas.

El control de la presión es fundamental para garantizar la seguridad de nosotros los estudiantes y evitar daños en los equipos, aunque la presión de trabajo es moderada en comparación con las capacidades de los sistemas hidráulicos, la presión máxima es lo suficientemente grande para generar fuerzas elevadas en los actuadores, que por mal uso o desconocimiento podrían causar lesiones en quienes estén manipulando los elementos del banco.

La presión máxima de funcionamiento recomendada para la unidad hidráulica esta entre los 80 y 100 bares, teniendo en cuenta que los montajes a realizar son de carácter didáctico y formativo.

Los circuitos de control eléctrico podrían ser montados haciendo uso del banco de accionamiento de motores eléctricos con el que cuenta el laboratorio, de esta forma se reducirían costos en la compra de elementos eléctricos.

La realización de este trabajo permitió aplicar conocimientos de diversas áreas que fueron adquiridos durante el transcurso de la carrera y que en conjunto me han ayudado a proponer una solución a una necesidad de carácter ingenieril.

RECOMENDACIONES

Se ha propuesto un banco de doble módulo, pensando en el incremento sustancial de los estudiantes que ingresan a formar parte de la facultad, por esta razón se recomienda que los directivos o personas encargadas asignen un presupuesto adicional para la adquisición de los componentes que se consideren necesarios.

Teniendo en cuenta la importancia de la automatización de procesos, sería útil que la cátedra de Automatización Industrial, dirija un proyecto encaminado a la utilización de los bancos didácticos del laboratorio implementando la utilización de un PLC.

Es recomendable que el docente encargado integre a las prácticas el uso de temporizadores y contadores en los comandos de control eléctrico de los sistemas oleohidráulicos propuestos en este documento.

Para ampliar el contenido de las prácticas, se podría adquirir un motor de funcionamiento hidráulico, ya que a nivel industrial son muy comunes ya sea en excavadoras, puertas de hornos industriales, elevadores y para el accionamiento de los husillos de los carros y mesas de muchas máquinas herramientas modernas.

REFERENCIAS

- [1] MATAIX, Claudio. Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas. Capítulo 28, pág. 579. Editorial OXFORD UNIVERSITY PRESS, México, S.A. de C.V.
- [2] AHEIMER, Renate. EBEL, Frank. ZIMMERMANN, Annabella. Hidráulica nivel básico, Manual de trabajo TP 501. [En línea]. Disponible en: < http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/workstations_brochure_es_xxxxx_081204_monitor.pdf > [Consulta: 13 de abril de 2013].
- [3] Tecnología neumática e hidráulica. Banco de entrenamiento hidráulico. [En línea], Disponible en: < http://www.parker.com/literature/brazil/1003_5_br_e.pdf >. Página 9. [Consulta: 17 de abril de 2013].
- [4] Ing. MBA. Vernaes Vera, Víctor. Oleohidráulica básica. Universidad tecnológica de Chile Inacap. 2008. [En línea]. Disponible en: < <http://es.scribd.com/doc/27330542/OLEOHIDRAULICA-BASICA> >. [Consulta: 10 de octubre de 2013].
- [5] MOTT, Robert L. Mecánica de Fluidos. 6 ed. México: Pearson Education, 2006. Capítulo 1.
- [6] Hidráulica básica 3.0. Leyes físicas de Potencia Hidráulica. 2000. [En línea]. Disponible en: < <http://industriales.utu.edu.uy/archivos/mecanica-general/CURSO%20DE%20HIDRAULICA/MANUAL%20DE%20HIDRAULICA.pdf> >. Pág. 6 [Consulta: 10 de octubre de 2013].
- [7] Revista digital ciencia y didáctica, Numero 63, Editorial enfoques educativos, S. L. C/ Pintor Nogué, 12 - 23009 JAÉN, 2012, Pág. 5-15.
- [8] ANON. Oleohidráulicos Básica y Diseño de Circuitos: Capítulo 3. Edicions UPC.1998. [En línea]. Disponible en: <<http://www.librosorevistas.com/s/anon-oleohidraulica-basica-y-diseno-de-circuitos-pdf.html> >. Pág. 21-24. [Consulta: 1 de noviembre de 2013]
- [9] Manual básico de oleohidráulicos. 2da edición, 2005. Córdoba Argentina. Editorial, SOHIPREN S.A. Capítulo 7 pagina 20,21. [En línea]. Disponible en: < http://www.sohipren.com/imagenes/pdf1/Manual_Basico_de_Oleohidraulica.pdf >. [Consulta: 6 de noviembre de 2013].
- [10] MORENO. Armandoz Javier, MODELO. Belén, PELLEJERO. Idia. Sistemas neumáticos y oleohidráulicos. 2007. [En línea]. Disponible en: < <http://es.scribd.com/doc/111318464/17/VALVULAS-HIDRAULICAS-Y-ACCESORIOS> >. Página 18. [Consulta: 1 de diciembre de 2013].
- [11] LORIA. Martínez, Manuel. Sistemas hidráulicos y neumáticos. Universidad tecnológica de Puebla. México, 2004. [En línea]. Disponible en: < <http://electricidad.utpuebla.edu.mx/Manuales%20de%20asignatura/4to%20cuat> >

rimestre/Sistema%20hidraulicos%20y%20neumaticos.pdf >. Página 30. [Consulta: 7 de noviembre de 2013].

[12] Hidráulica básica 3.0. Leyes físicas de Potencia Hidráulica. 2000. [En línea]. Disponible en: < [http://industriales.utu.edu.uy/archivos/mecanica-general/CURSO%20DE%20HIDRAULICA/MANUAL%20DE%20HIDRAULICA.p](http://industriales.utu.edu.uy/archivos/mecanica-general/CURSO%20DE%20HIDRAULICA/MANUAL%20DE%20HIDRAULICA.pdf) df >. Pág. 116-120 [Consulta: 7 de noviembre de 2013].

[13] Manómetro inoxidable. Catalogo PRO-INDUS S.A. [En línea]. Disponible en: < <http://www.proindus.com.pe/images/imagenespro/mmtotalinox.jpg> >. [Consulta: 8 de noviembre de 2013].

[14] ANON. Oleohidráulica Básica y Diseño de Circuitos: Capítulo 3. Edición UPC.1998. [En línea]. Disponible en: < <http://www.librosorevistas.com/s/anon-oleohidraulica-basica-y-diseno-de-circuitos-pdf.html> >. Pág. 102. [Consulta: 4 de noviembre de 2013]

[15] CREUS, Antoni. Neumática e Hidráulica, Primera Edición. Alfaomega Grupo editorial, S.A. de C. V., México 2007, Pág. 217.

[16] Ing. CABRERA. Anda, Santiago. Guía de modulo, Neumática y Oleohidráulica (IM-07-E04). Universidad técnica de Ambato, 2010. [En línea]. Disponible en: < <http://sistemicos.wikispaces.com/file/view/Gu%C3%ADa+de+M%C3%B3dulo+Neum%C3%A1tica+y+Oleohidr%C3%A1ulica.pdf> >. Páginas 2, 3, 54, 55. [Consulta: 4 de noviembre de 2013].

[17] Ing. FLORES, Carlos E. Oleodinámica: potencia hidráulica, Motor de la industria. Parte 1. Boletín Electrónico No. 06. Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar. [En línea]. Disponible en: < http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_06_MEC01.pdf >. Página 13. [Consulta: 11 de noviembre de 2013].

[18] Especificaciones de cilindros. Catalogo SMC. Cilindros hidráulicos. [En línea]. Disponible en: < http://www.smc.eu/portal/WebContent/local/ES/cilindros_hidraulicos/CH_cat_es.pdf >. Pág. 91 y 93. [Consulta: 15 de noviembre de 2013].

[19] CREUS, Antoni. Neumática e Hidráulica, Primera Edición. Alfaomega Grupo editorial, S.A. de C. V., México 2007, Pág. 167.

[20] NULLVALUE. X Congreso Colombiano de Endocrinología Pediátrica. Publicación periódico El Tiempo. 10 de marzo de 2012. [En línea]. Disponible en: < <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-5268665> >. [Consulta: 26 de junio de 2014].

[21] GARAVITO, Julio. Diseño antropométrico de puestos de trabajo. Escuela colombiana de ingeniería. 2009. [En línea]. Disponible en: < <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/ERGO/DISENO%20D>

E%20PUESTO%20DE%20TRABAJO%202009-2.pdf >. [Consulta: 26 de junio de 2014].

[22] ARELLANO, Dinorah. YÁÑEZ, Javier. Medidas antropométricas sin contactos a partir de fotografías. [En línea]. Disponible en: < http://concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/Archivos/48042009_MEDICIONES_ANTROPOMET_SIN_CONTACTO_A_PARTIR_FOTO.pdf > [Consulta: 26 de junio de 2014].

[23] Beer. Johnston. Dewolf. Mazarenk. Mecánica de materiales. 5 Edición. Editorial Mac Graw Hill. México 2010. Páginas 5, 10, 11, 217. ISBN: 970-10-6101-2

[24] Aluminium profile for modular system. Productos Diytrade. [En línea]. Disponible en: < <http://www.diytrade.com> >. [Consulta: 10 de mayo de 2014].

[25] Catalogo de perfiles. Aluminios PFK, Furukawa. Especificaciones técnicas. [En línea]. Disponible en: < <http://www.furukawa.com.pe/PDF/aluminio.pdf> >. Página 16. [Consulta: 26 de junio de 2014].

[26] Díaz del Castillo, Felipe. Tablas y gráficas para diseño de elementos de máquinas. Laboratorio de tecnología de materiales. Cuatitlán Izcalli. 2007. [En línea]. Disponible en: < http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m1/tablas%20y%20graficas.pdf >. Página 2. [Consulta: 26 de junio de 2014]

[27] GAVIRIA. S, Gustavo. Manual práctico de los muebles de madera. Convenio de cooperación SENA-SECAB-CIDICO, año 2003. [En línea]. Disponible en: < <http://es.scribd.com/doc/124908575/Manual-Practico-de-Muebles-de-Madera-1> >. Pág. 17 y 18. [Consulta: 26 de junio de 2014].

[28] Propiedades del acero laminado en frio. Capítulo 2. [En línea]. Disponible en: < ftp://soporte.uson.mx/PUBLICO/04_INGENIERIA%20CIVIL/ACERO%202/Texto%20Laminados%20en%20Frio/CAPITULO2.PDF >. Pág. 22. [Consulta: 27 de junio de 2014].

[29] Bosch Rexroth AG, Hydraulics. Catálogo de válvulas. [En línea]. Disponible en: < http://www.boschrexroth.com/RDSearch/rd/r_24751/rs24751_2008-08.pdf >. [Consulta: 5 de enero de 2014].

[30] Bueno. Antonio. Unidad didáctica, Simbología Neumática e Hidráulica. [En línea]. Disponible en: < http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/ud_simbologia_neu.pdf > [Consulta: 30 de octubre de 2013].

[31] FESTO, Manual de trabajo TP 501. Hidráulica Nivel básico. 2011. [En línea]. Disponible en: < <http://www.festo->

didactic.com/ov3/media/customers/1100/551145_leseprobe_es.pdf >.
[Consulta: 30 de octubre de 2013].

[32] Aparatos de mando regulación y control. Unidad 5. [En línea]. Disponible en: < <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448169263.pdf> >. [Consulta: 15 de enero de 2014].

[33] GEA. José Manuel. Automatismos eléctricos. [En línea]. Disponible en: < <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r95341.PDF> >.
[Consulta: 15 de enero de 2014].

[34] Vilches, Enrique. Automatismos, el contactor. [En línea]. Disponible en: < <http://centros.edu.xunta.es/iesmanuelchamosolamas/electricidade/fotos/Automatismo.pdf> >. [consulta: 16 de enero de 2014].

[35] Estandarización de esquemas. Símbolos gráficos norma IEC 1082-1. [En línea]. Disponible en: < <http://www.artegijon.com/UserFiles/File/Toni/IBASICAS/simbolos.pdf> >.
[Consulta: 22 de enero de 2014].

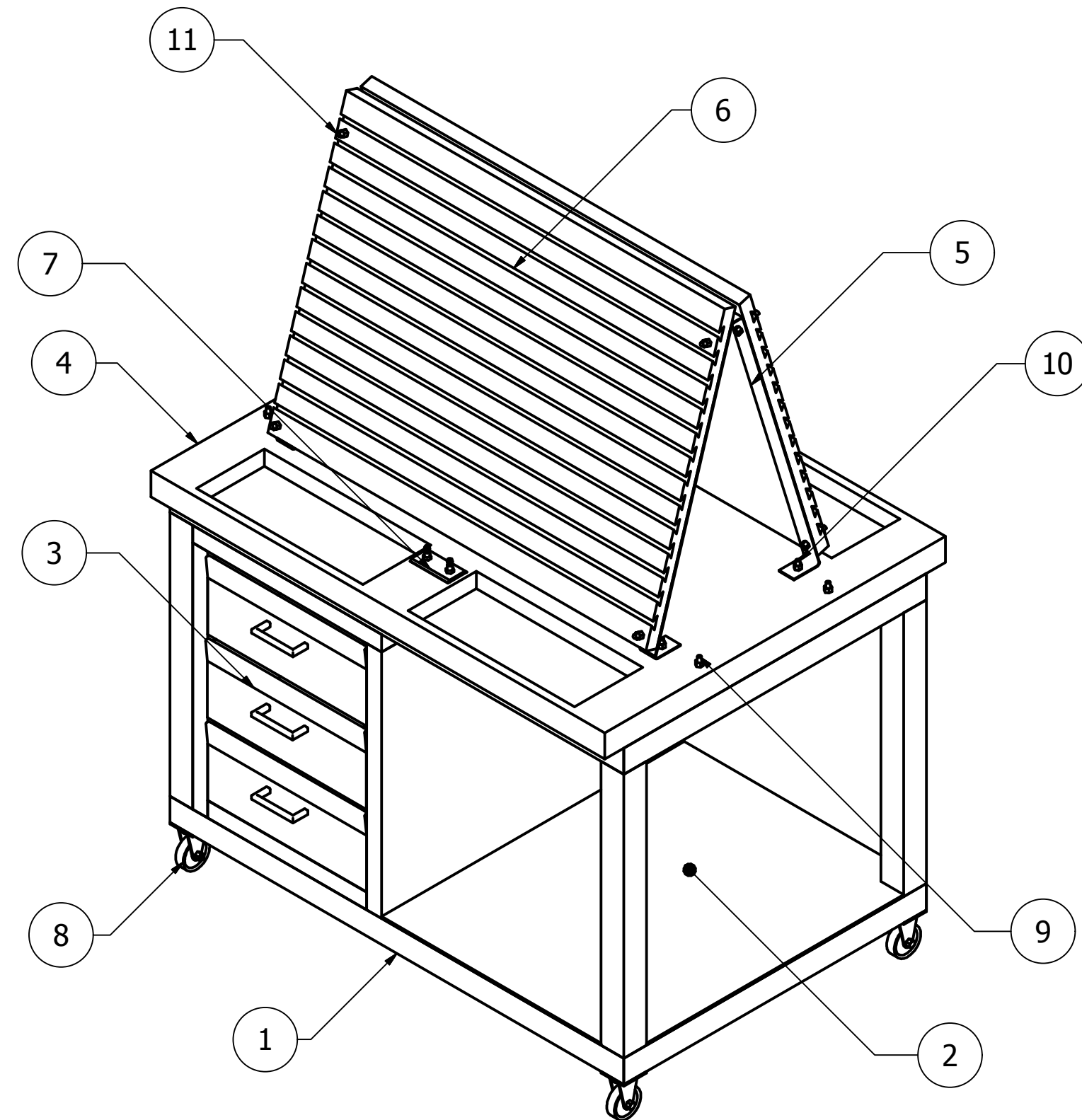
[36] Fluidos. Fundamentos de hidráulica, muestra del material pedagógico. Lab-Volt Ltda. Canadá 2009. [En línea]. Disponible en: < <https://www.labvolt.com/downloads/cwe6080.pdf> >. Pág. 13. [Consulta: 24 de enero de 2014].

[37] Sensores de proximidad. [en línea]. Disponible en: < <http://sensoresdeproximidad.galeon.com/carrera2.jpg> > [Consulta: 26 de enero de 2014].

ANEXOS

ANEXO A

PLANOS ESTRUCTURA DEL BANCO

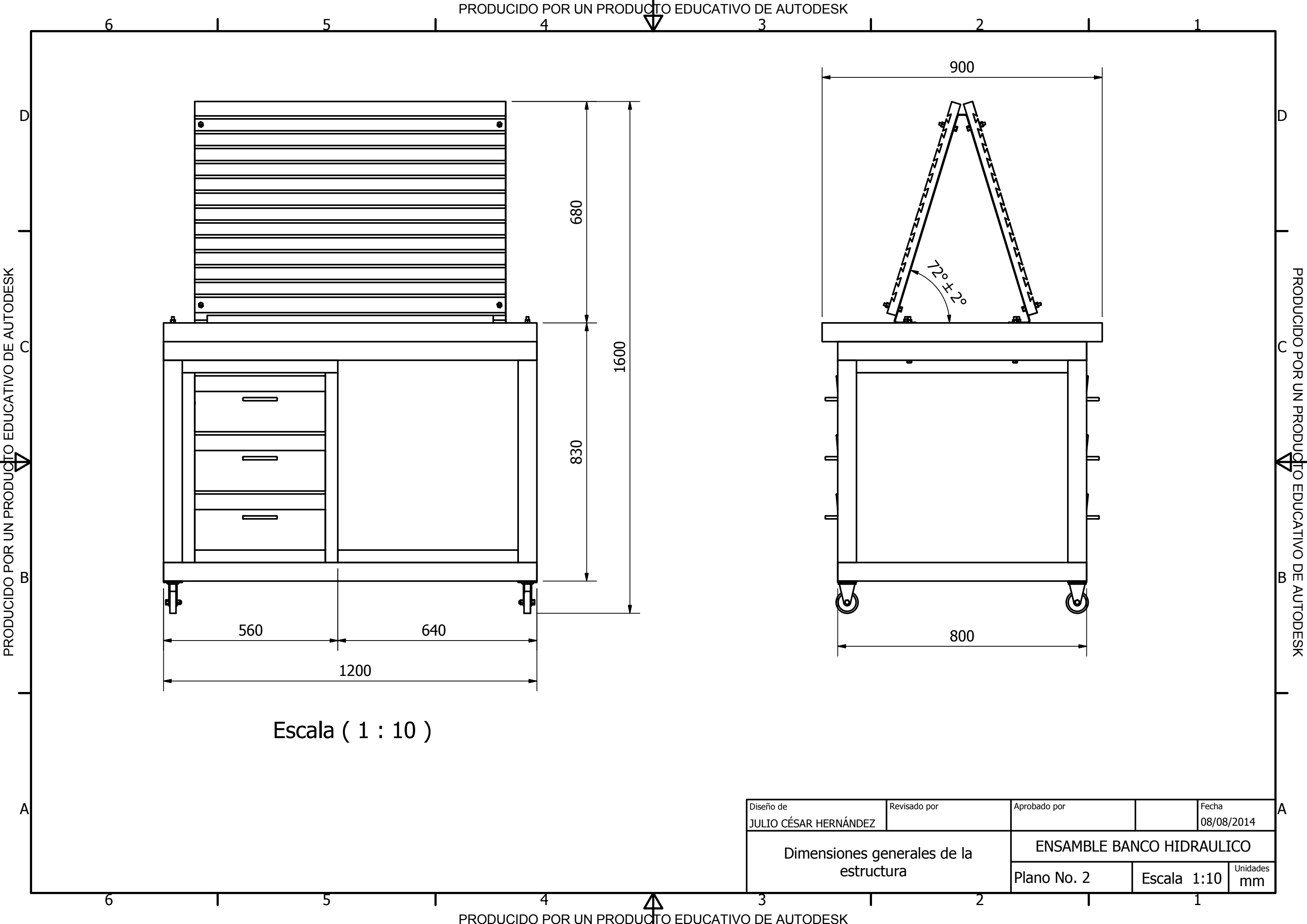


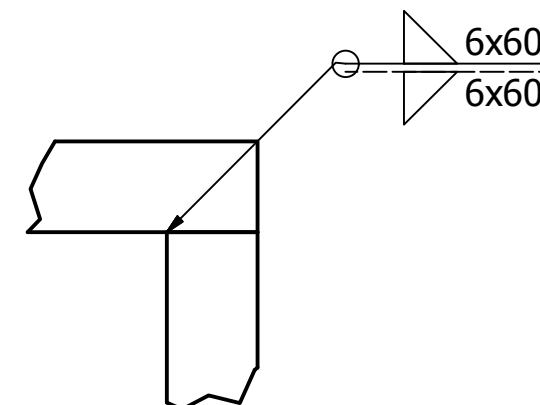
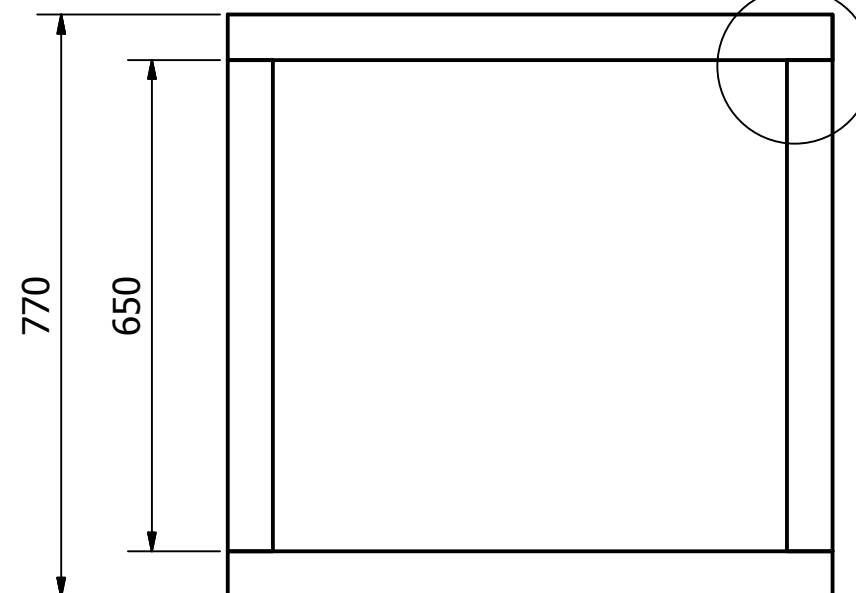
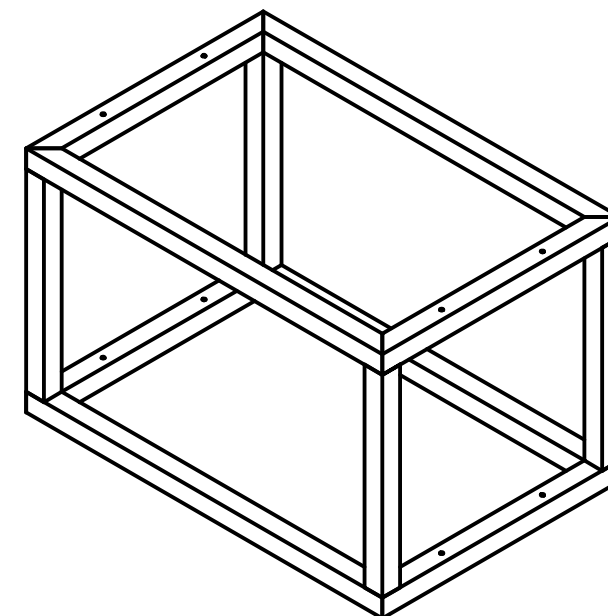
ESCALA (1 : 10)

COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA	
No. ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	Base metálica rígida
3	Gavetas
4	Mesón
5	Soporte triangular
6	Tablero
7	Conector hidráulico
8	Rodachines
9, 10 y 11	Tornillería

TABLA DE TORNILLERÍA		
No. Elemento	Designación	Cantidad
9	M8 X 140 To DIN 931	Cuatro
10	M8 X 80 To DIN 931	Cuatro
11	M8 X 50 To DIN 931	Ocho

Diseño de JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ	Revisado por	Aprobado por	Fecha 08/08/2014
PARTES DE LA ESTRUCTURA			Unidades mm
Plano No. 1			





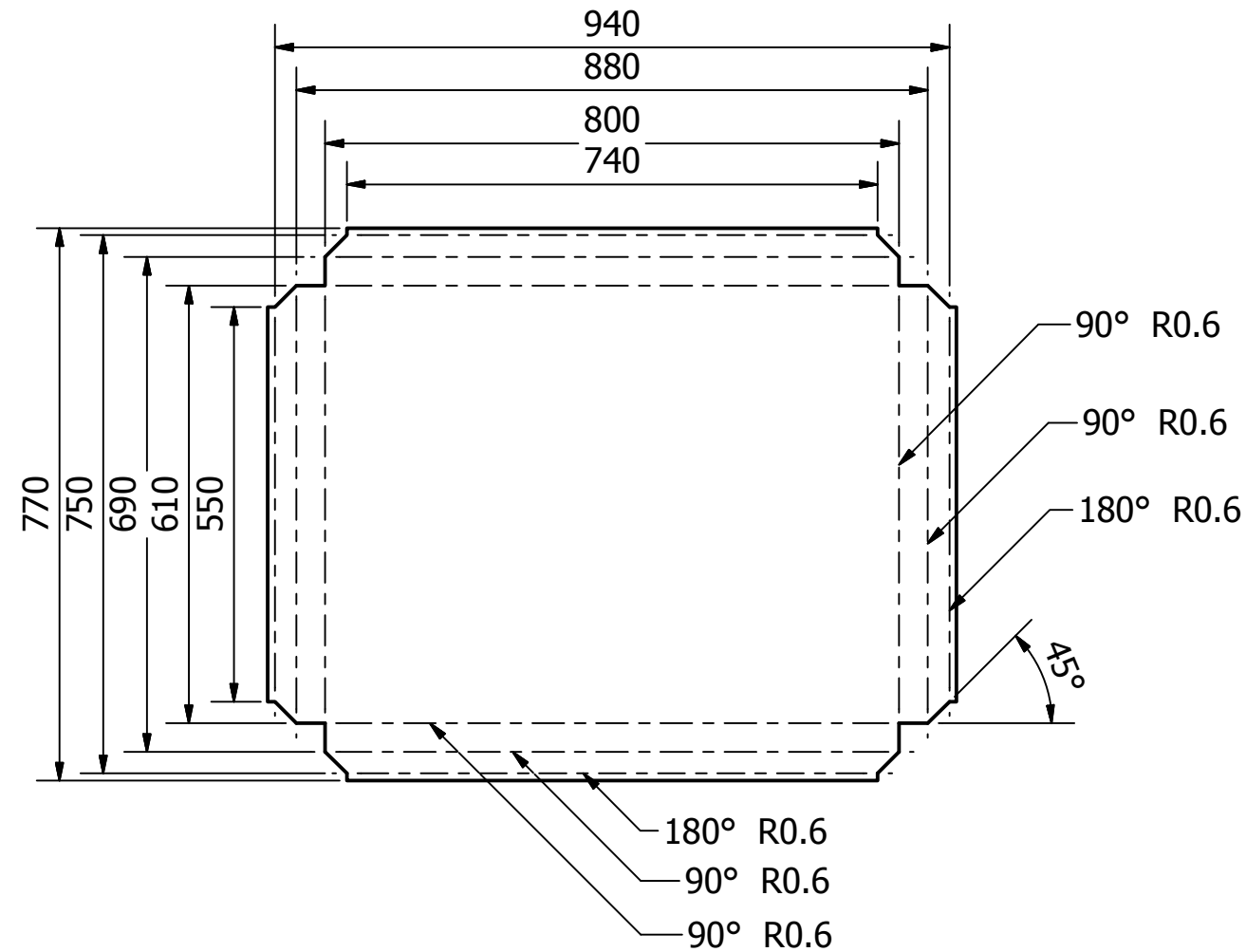
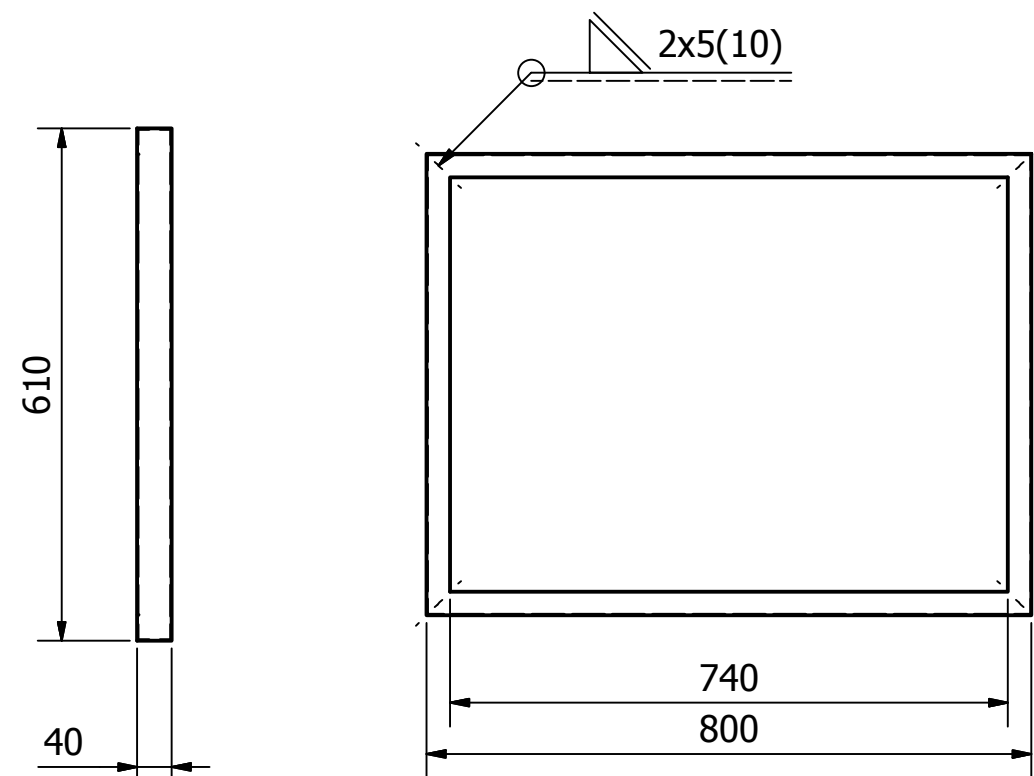
$A(1:5)$

ESCALA (1 : 10)

LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	
1	Tubo de perfil cuadrado	Perfil de 60mm X 60mm, Espesor de 3mm	Acero ASTM-A36	

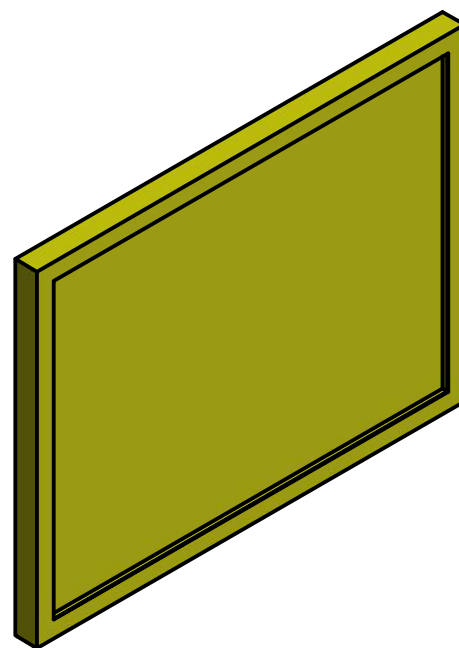
Diseño de JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ	Revisado por	Aprobado por		Fecha 08/08/2014
------------------------------------	--------------	--------------	--	---------------------

	BASE METÁLICA EN PERFILERIA CUADRADA		
	Plano No. 3	Escala. 1:10	Unidades mm



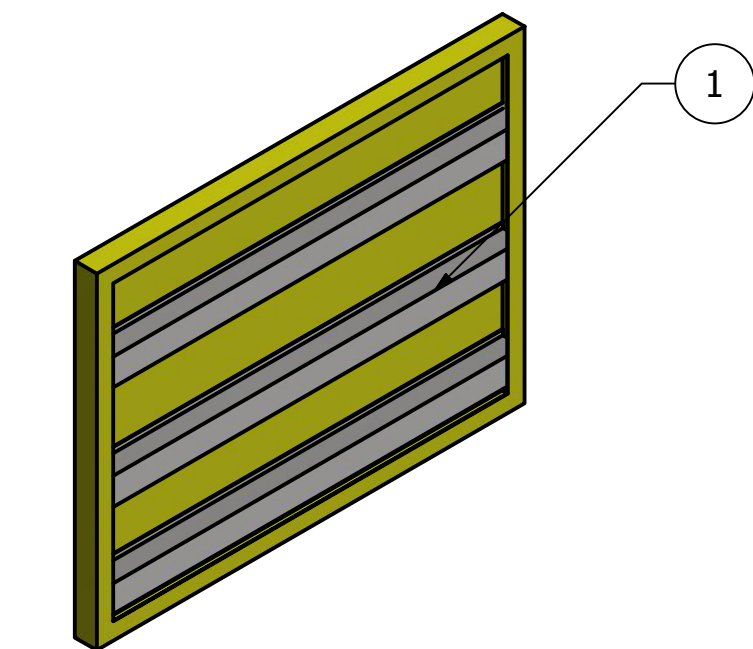
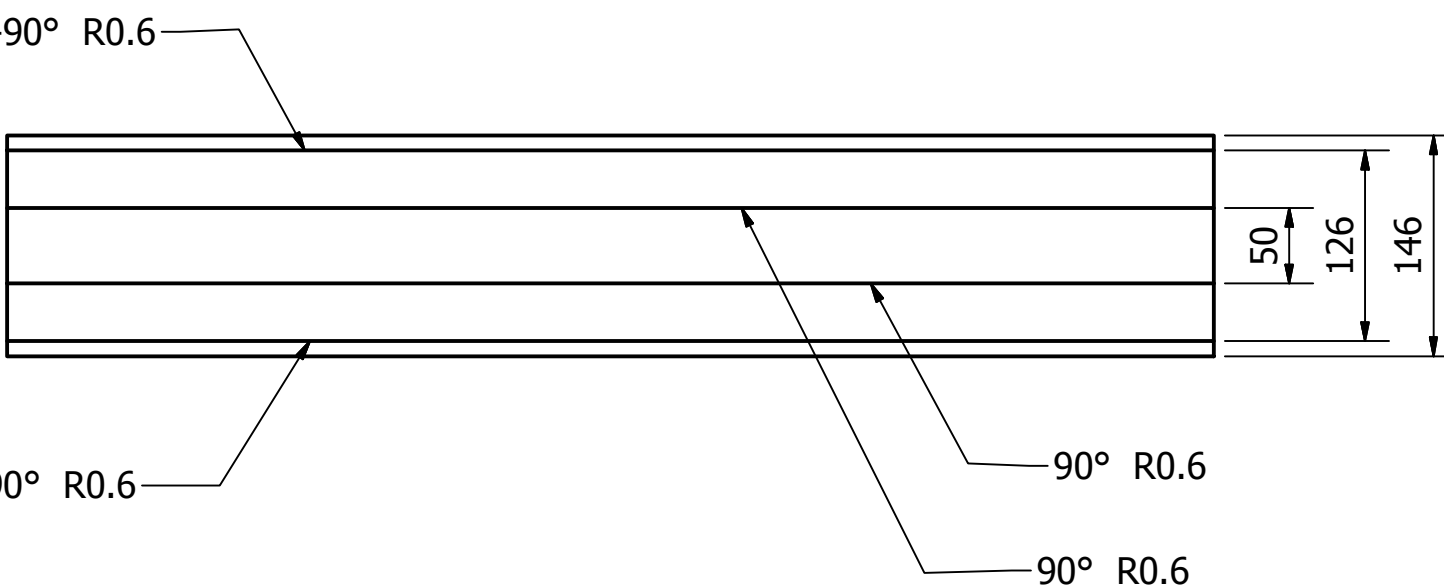
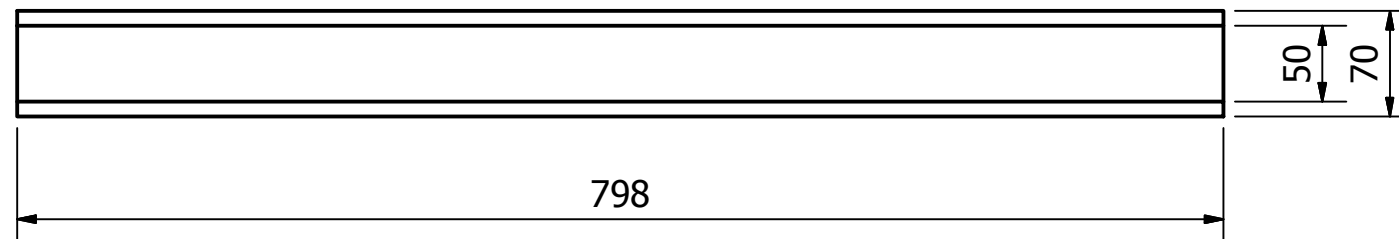
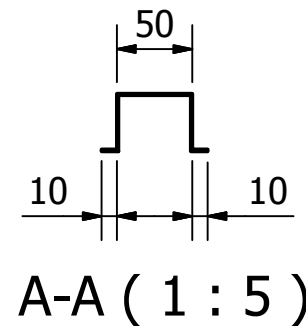
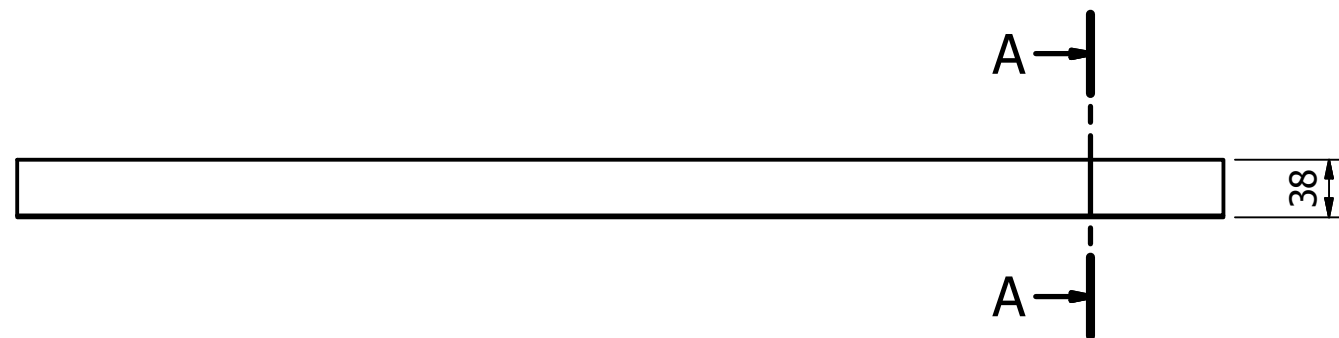
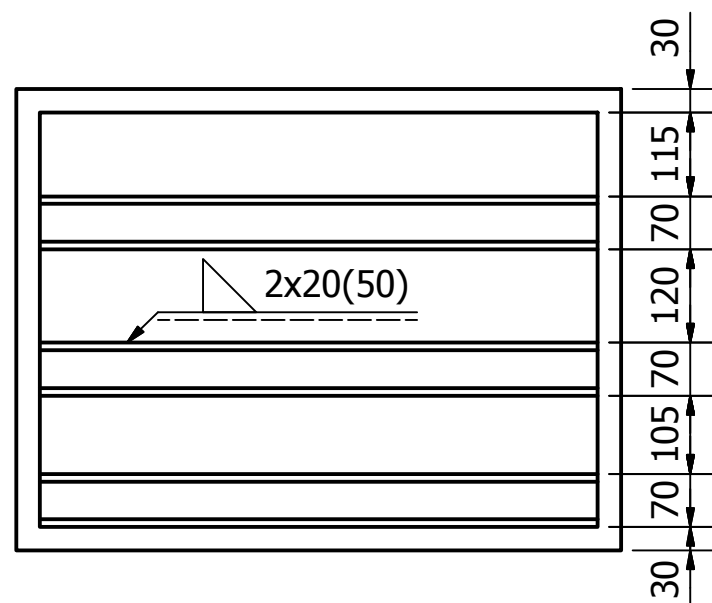
ESCALA (1 : 10)

PLIEGUES SOBRE LÁMINA

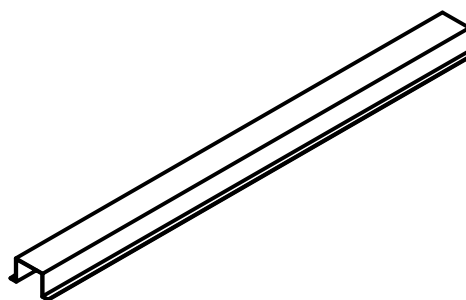


Escala (1 : 10)

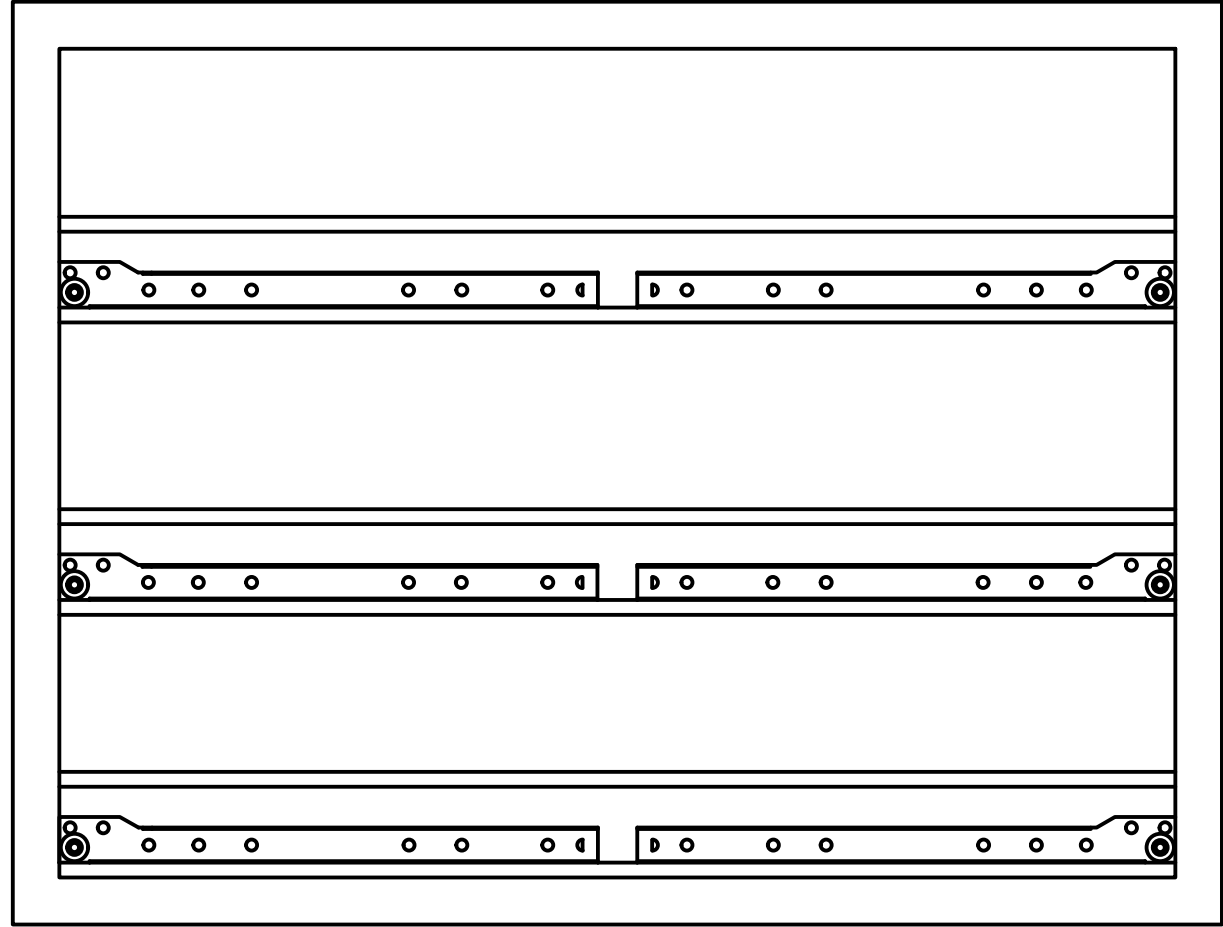
ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN				
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	2	Paneles laterales para gavetas	Lamina doblada y soldada de calibre 22	Acero Cold Rolled o laminado en frío
Diseño de		Revisado por	Aprobado por	Fecha
JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ				08/08/2014
			PENELES LATERALES	
			PLANO No. 4	Escala 1:10
				Unidades mm



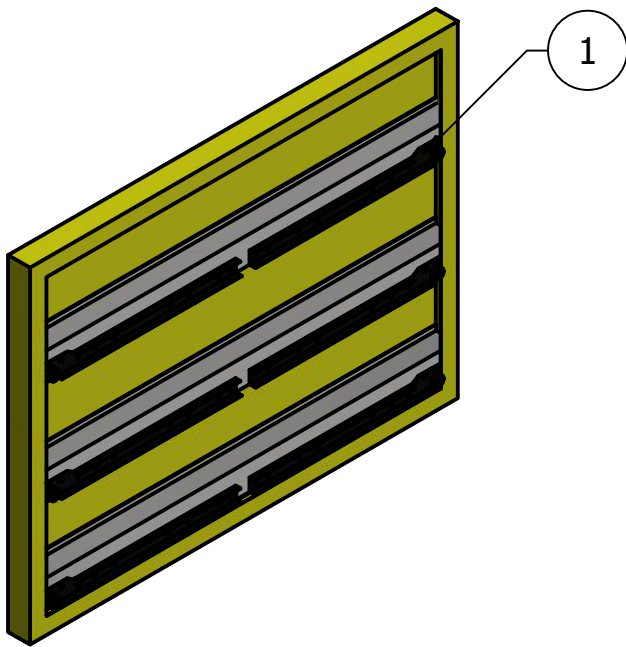
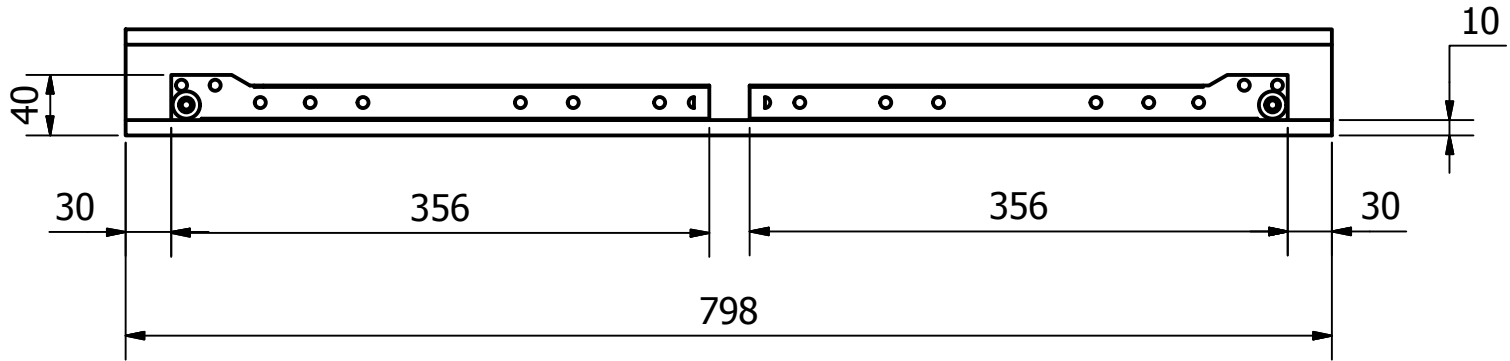
ISOMETRICO (1 : 10)



ESPECIFICACIONES				
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	6	Soportes para correderas de gavetas	Lamina de calibre 20 plegada y soldada a los paneles laterales	Acero laminado en frío
Diseño de JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ		Revisado por	Aprobado por	Fecha 08/08/2014
			DIVISIONES PARA GAVETAS	
			PLANO No. 5	Escala 1:5 Unidades mm

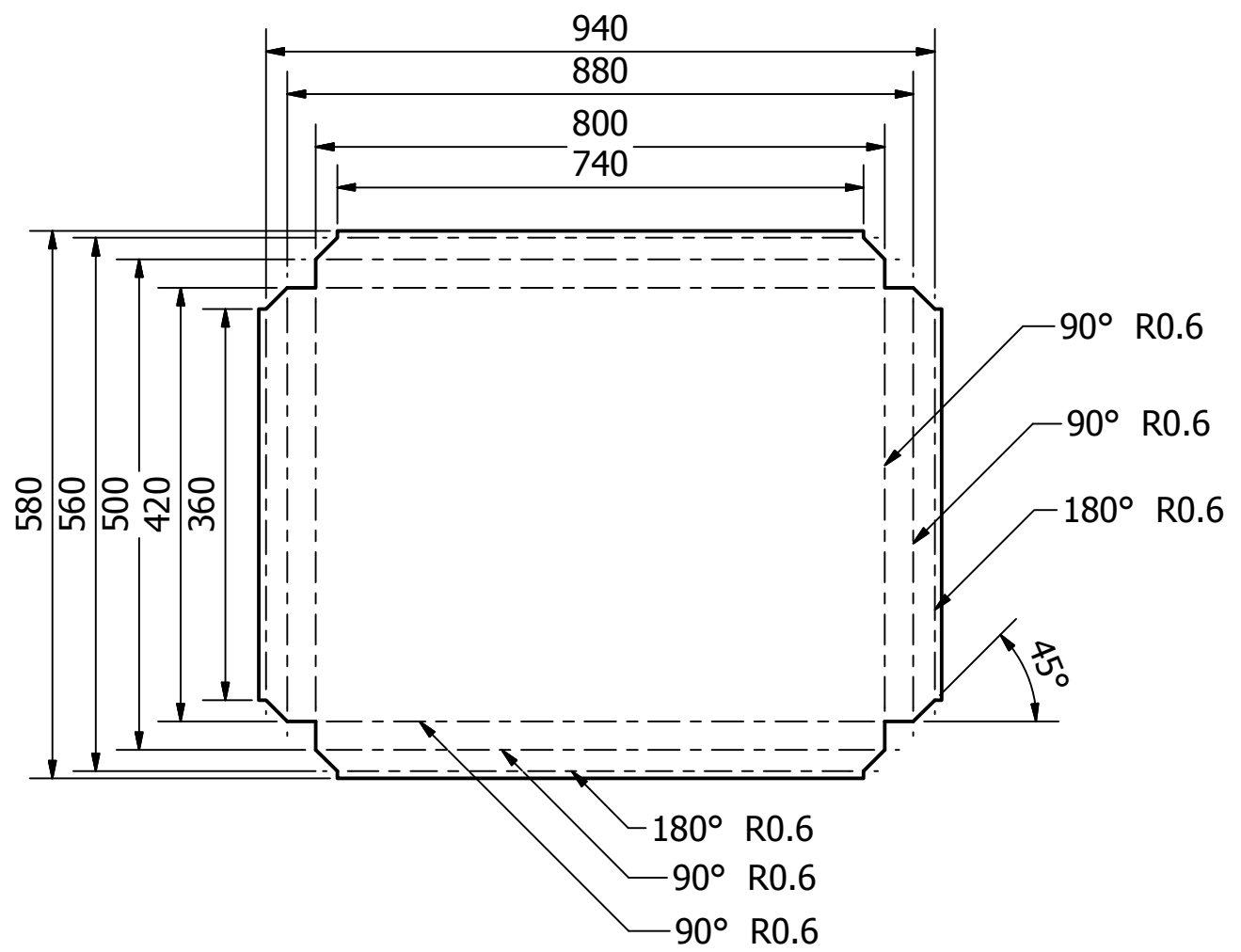
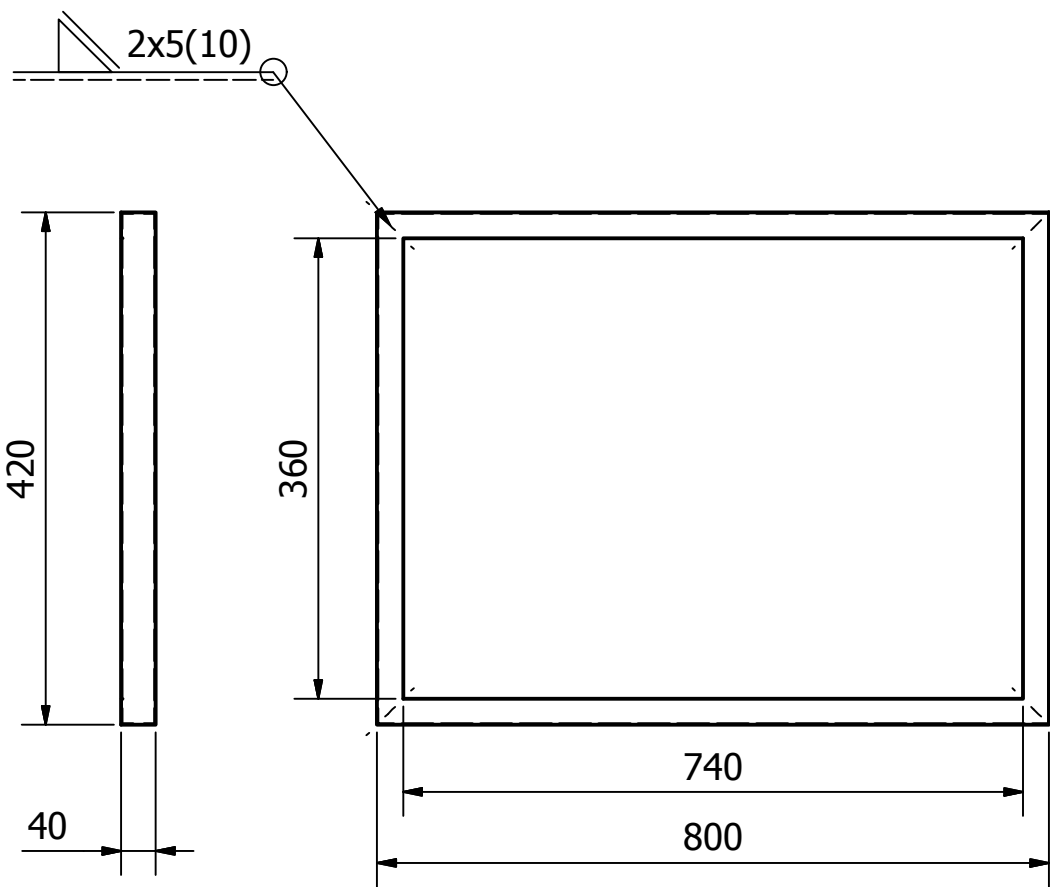


ESCALA (1:5)

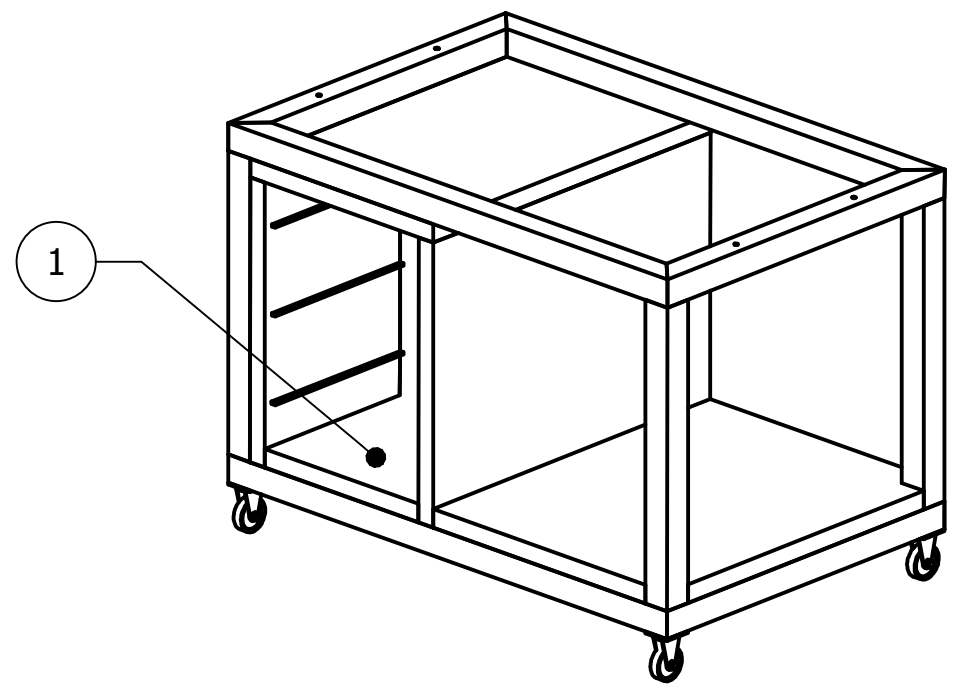


ISOMETRICO (1 : 10)

ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCIÓN				
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	
1	6 Juegos	Correderas metálicas para cajones de 37 cm de longitud	Acero	
Diseño de JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ		Revisado por	Aprobado por	Fecha 08/08/2014
Correderas comerciales metálicas de 370mm de longitud		UBICACIÓN DE GUÍA DE CORREDERAS		
		Plano No. 6		Escala 1:5
				Unidades mm

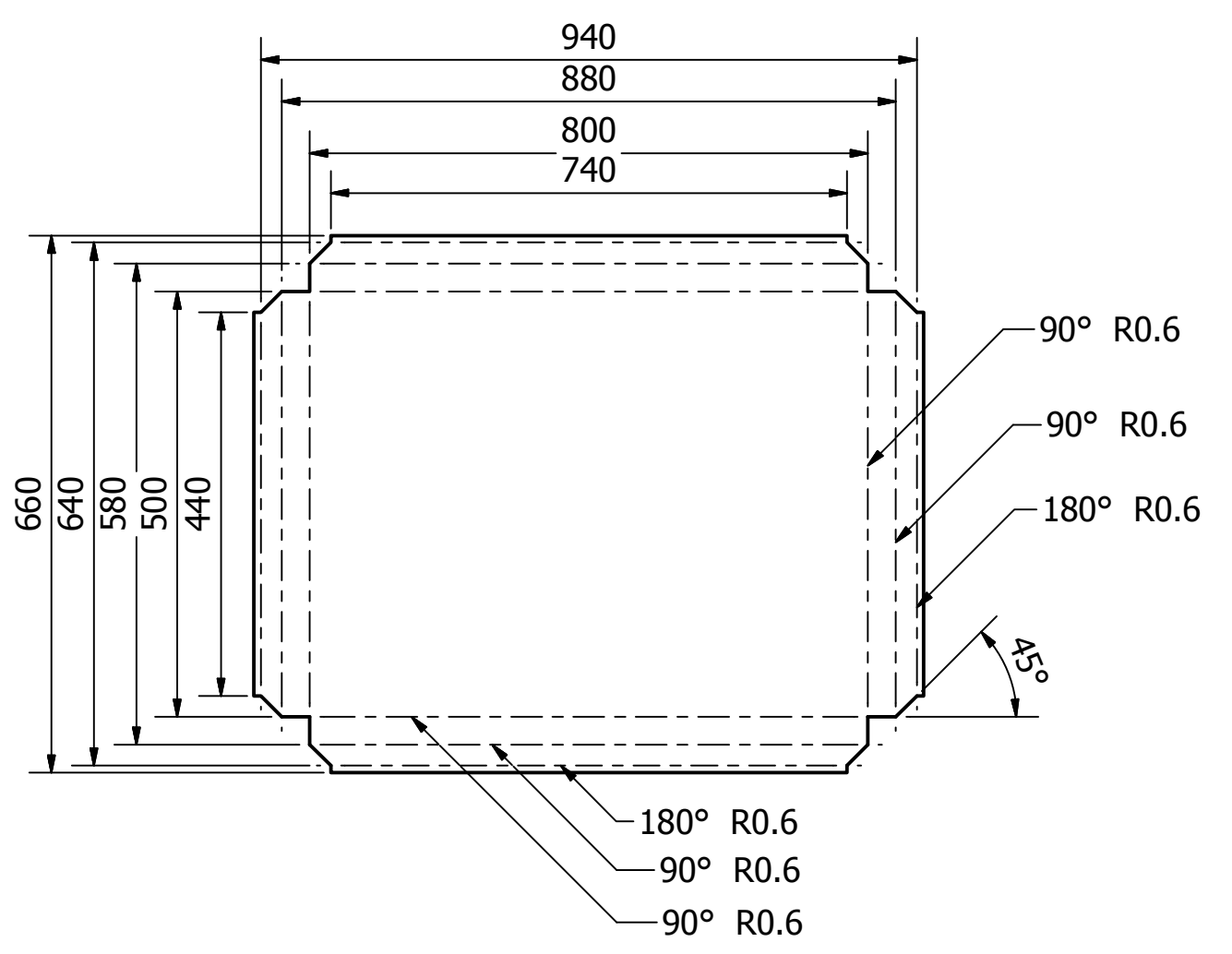
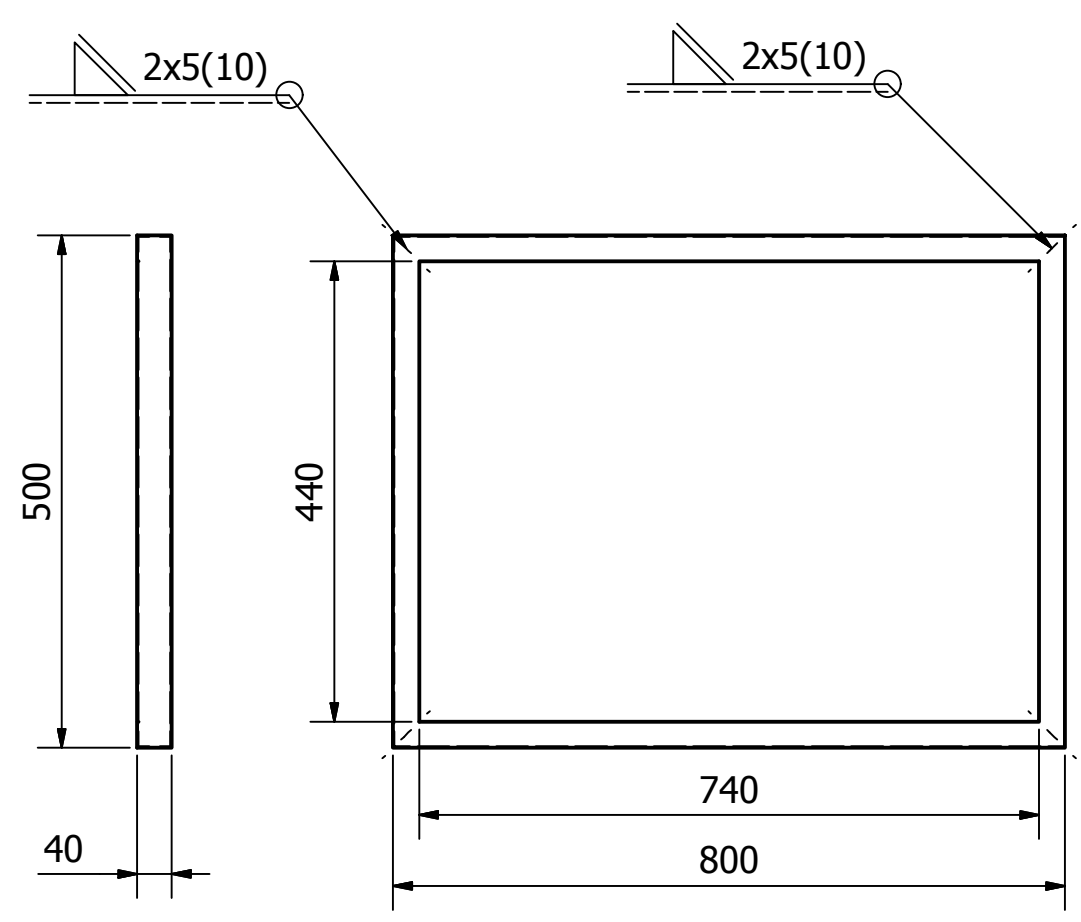


PLIEGUES SOBRE LÁMINA
ESCALA (1 : 10)

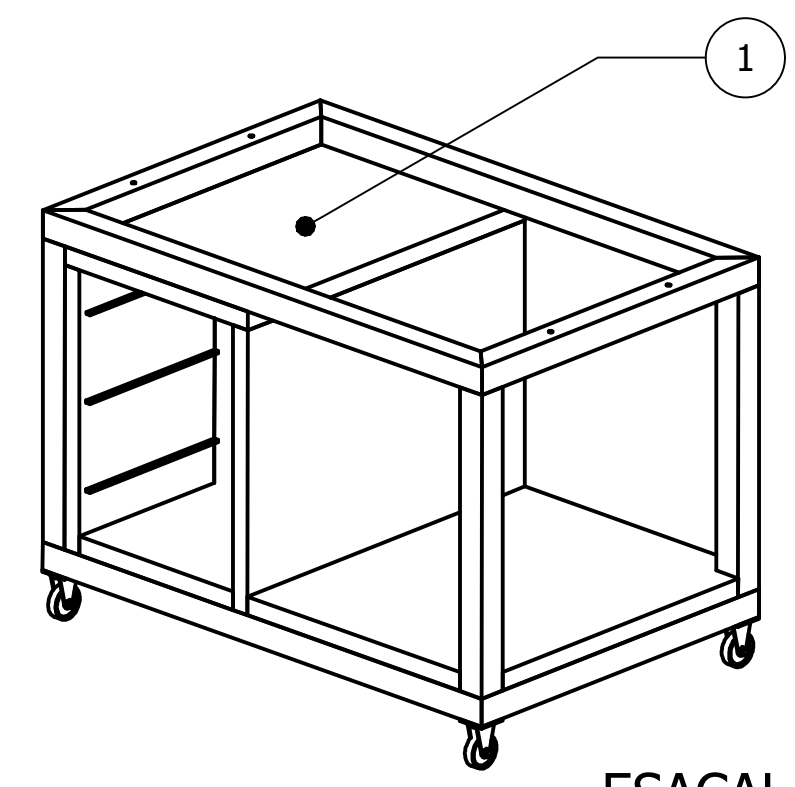


ESCALA (1 : 15)

ESPECIFICACIONES DE FABRICACÓN				
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	2	Panel inferior del gavetero	Lamina doblada y soldada de calibre 22	Acero Cold Rolled o laminado en frío
Diseño de		Revisado por	Aprobado por	Fecha
JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ				08/08/2014
			PENEL INFERIOR	
			PLANO No. 7	Escala 1:10
				Unidades mm

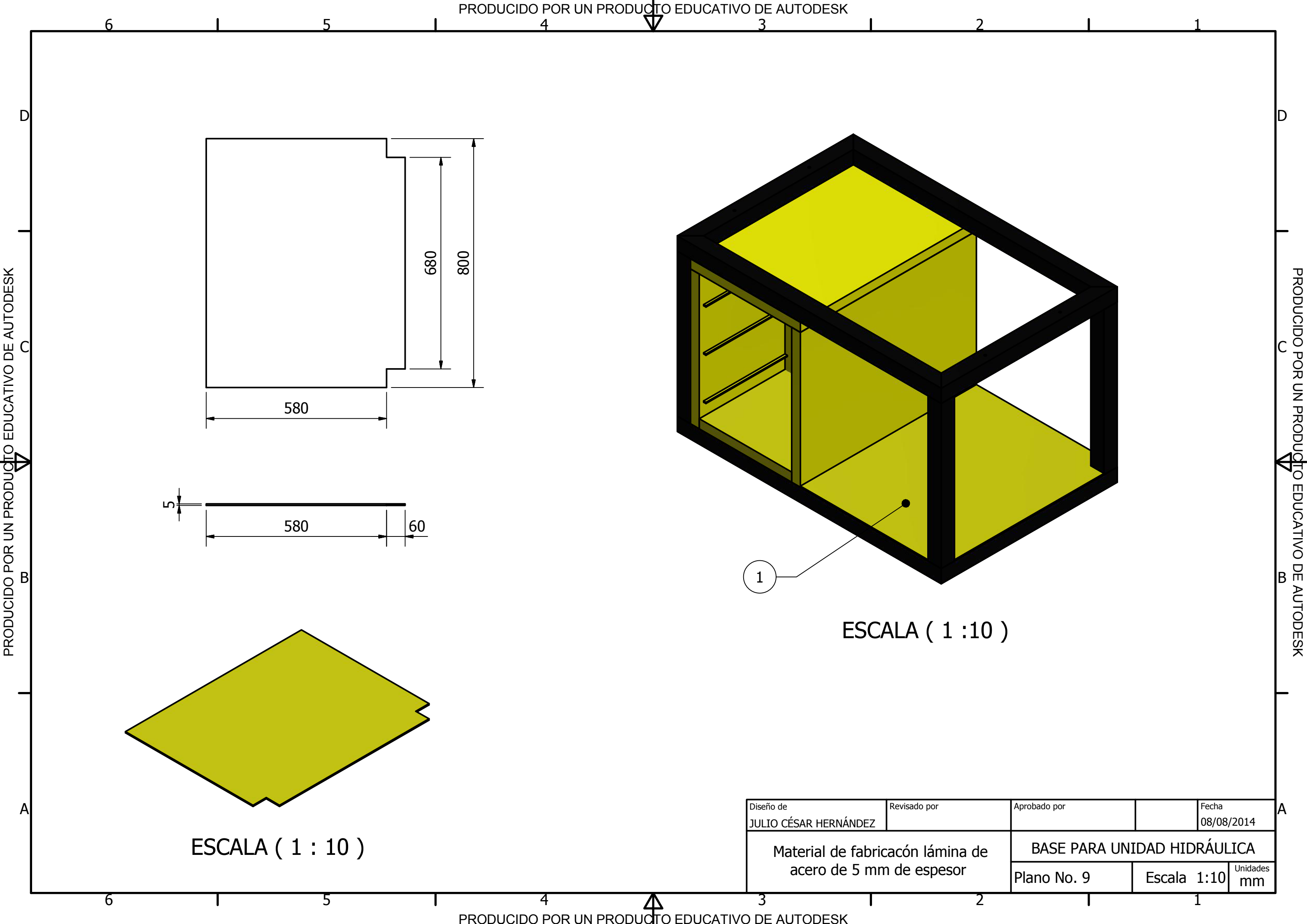


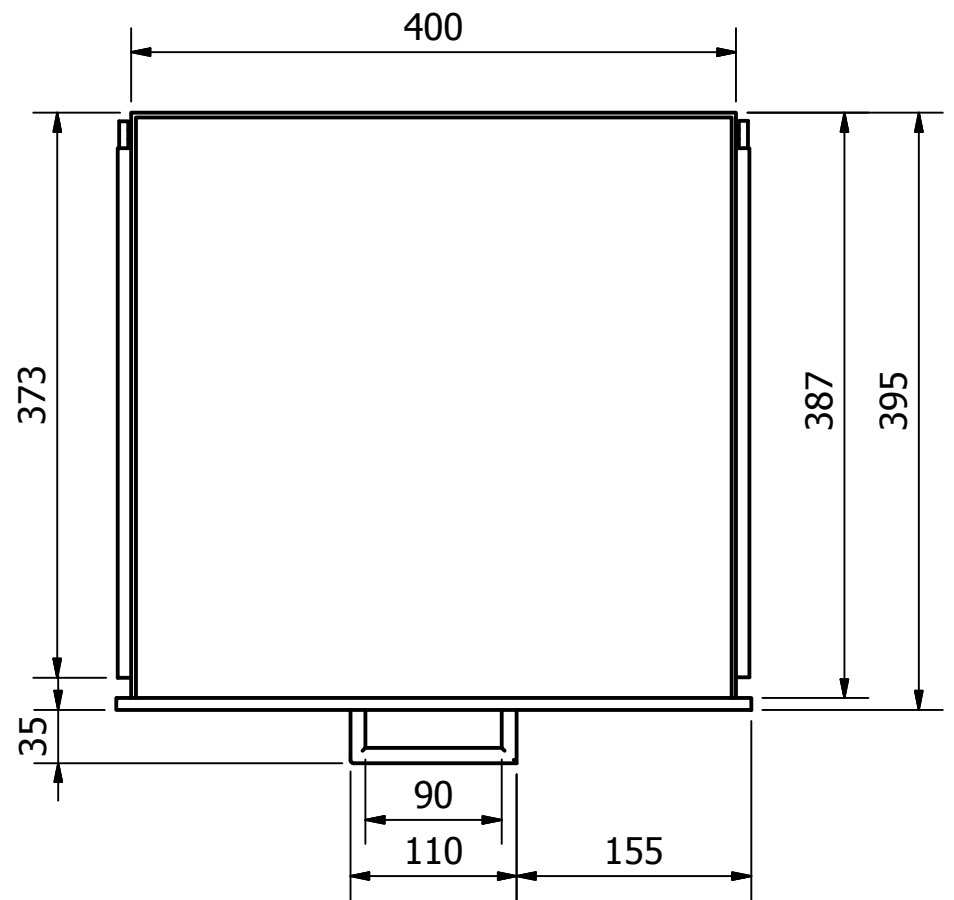
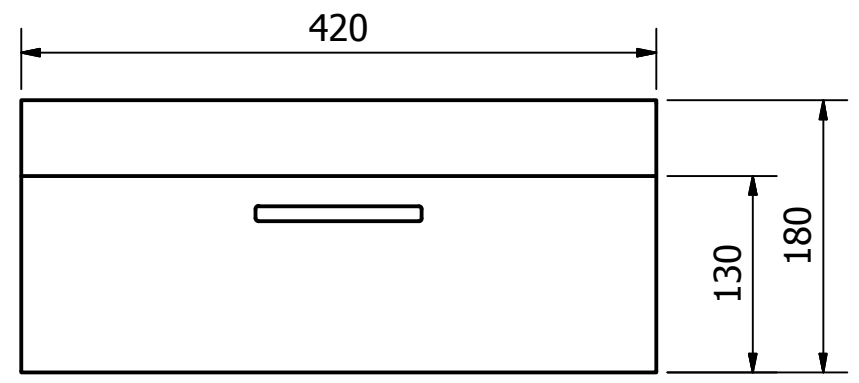
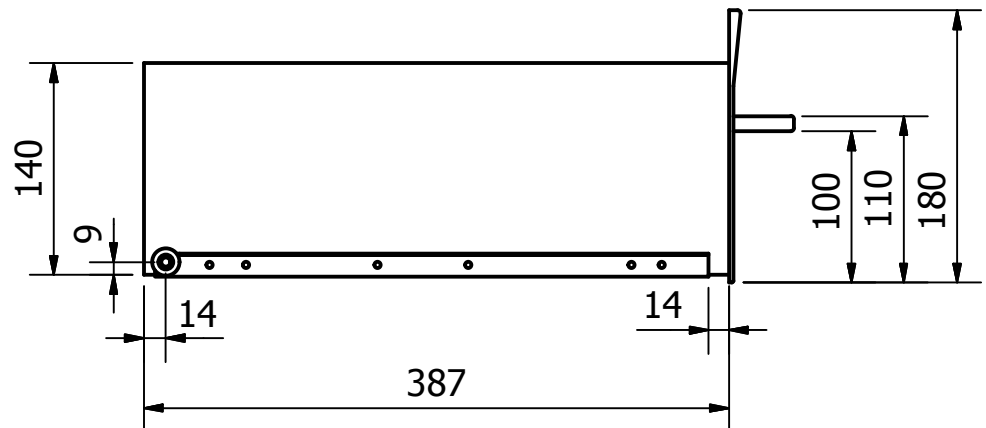
PLIEGUES SOBRE LÁMINA
ESCALA (1 : 10)



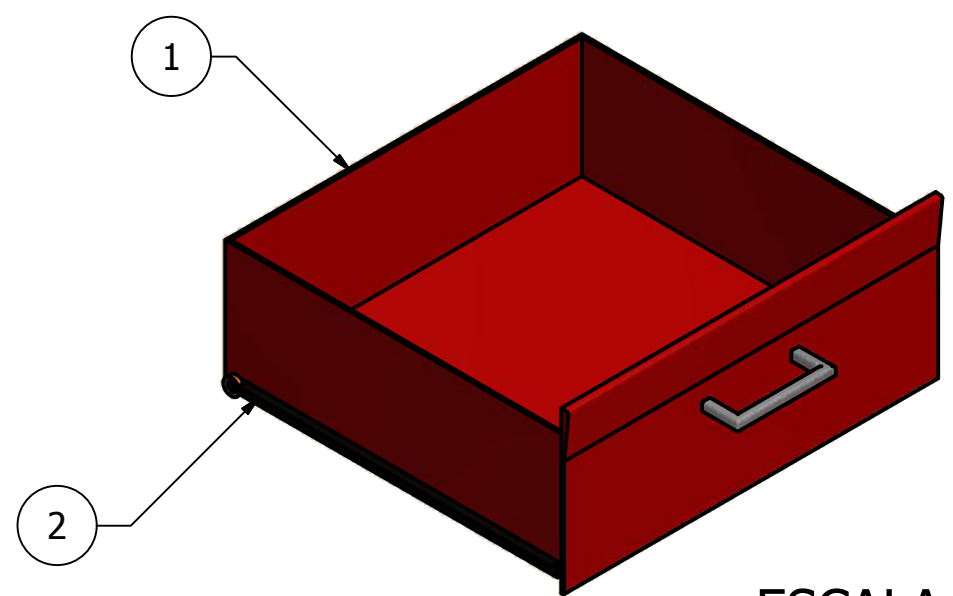
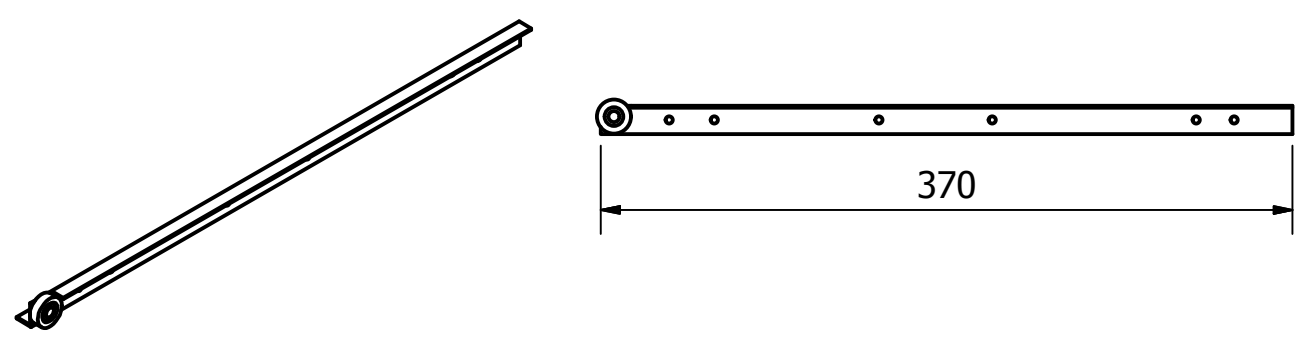
ESACAL (1 : 15)

ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN				
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	2	Panel superior del gavetero	Lamina doblada y soldada de calibre 22	Acero Cold Rolled o laminado en frío
Diseño de		Revisado por	Aprobado por	Fecha
JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ				08/08/2014
			PENEL SUPERIOR	
			Plano No. 8	Escala 1:10
				Unidades mm





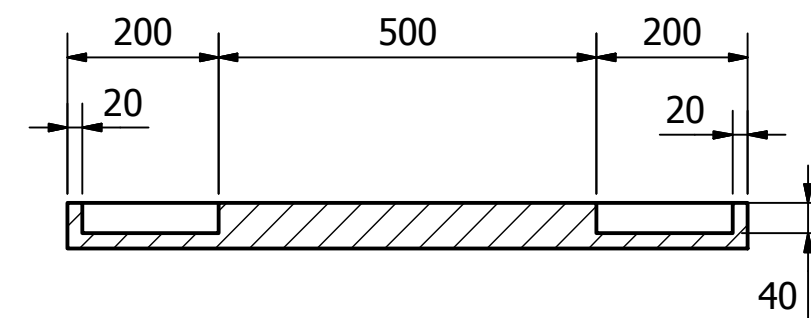
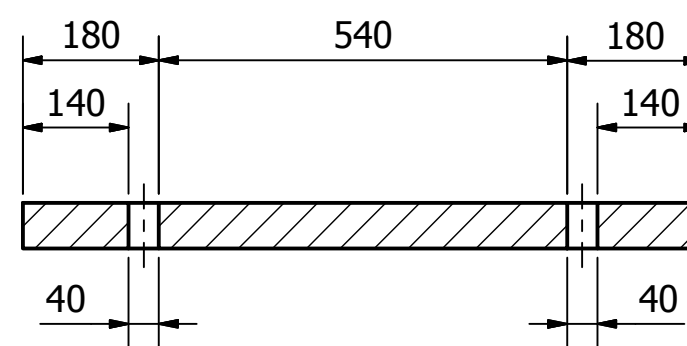
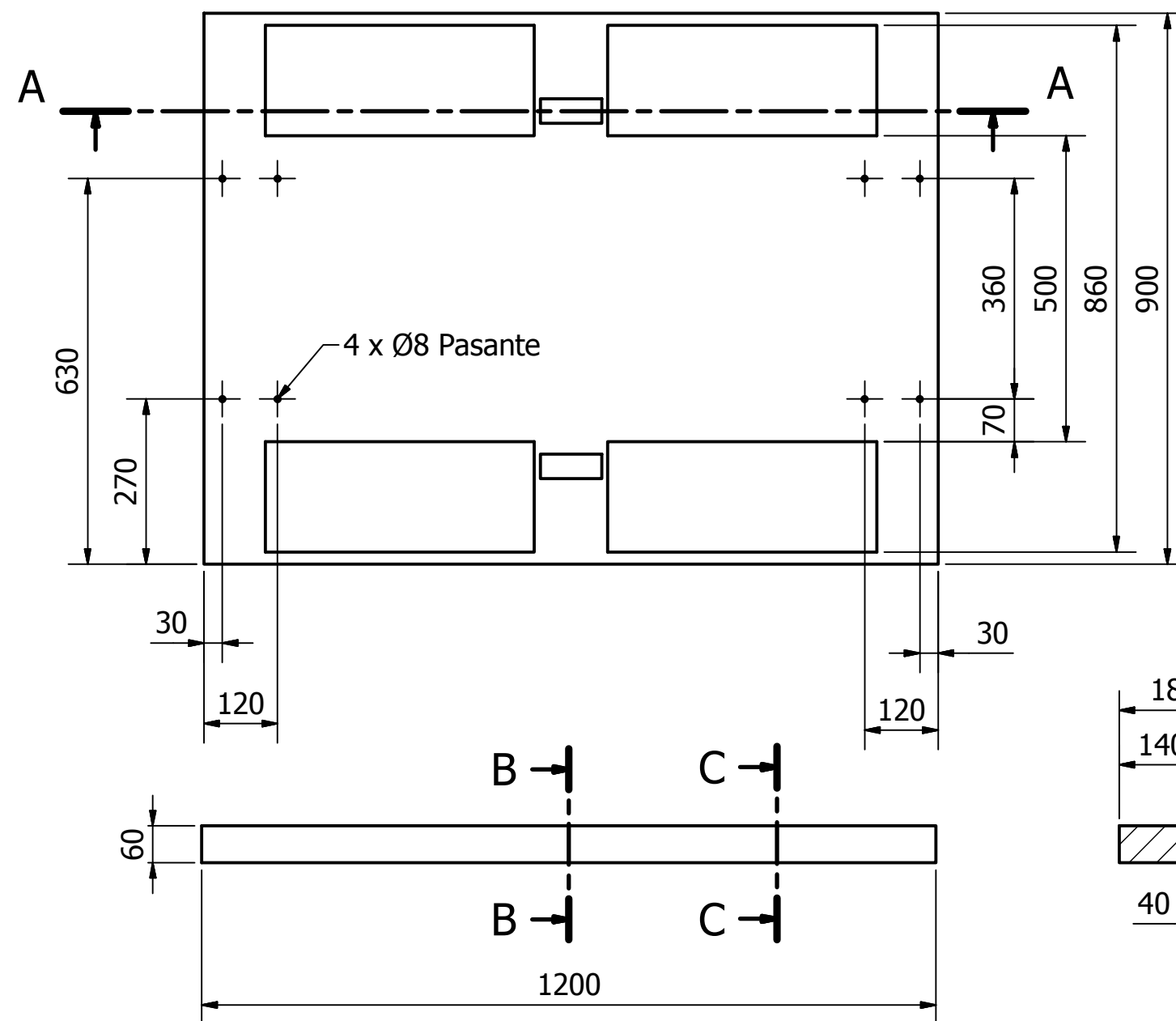
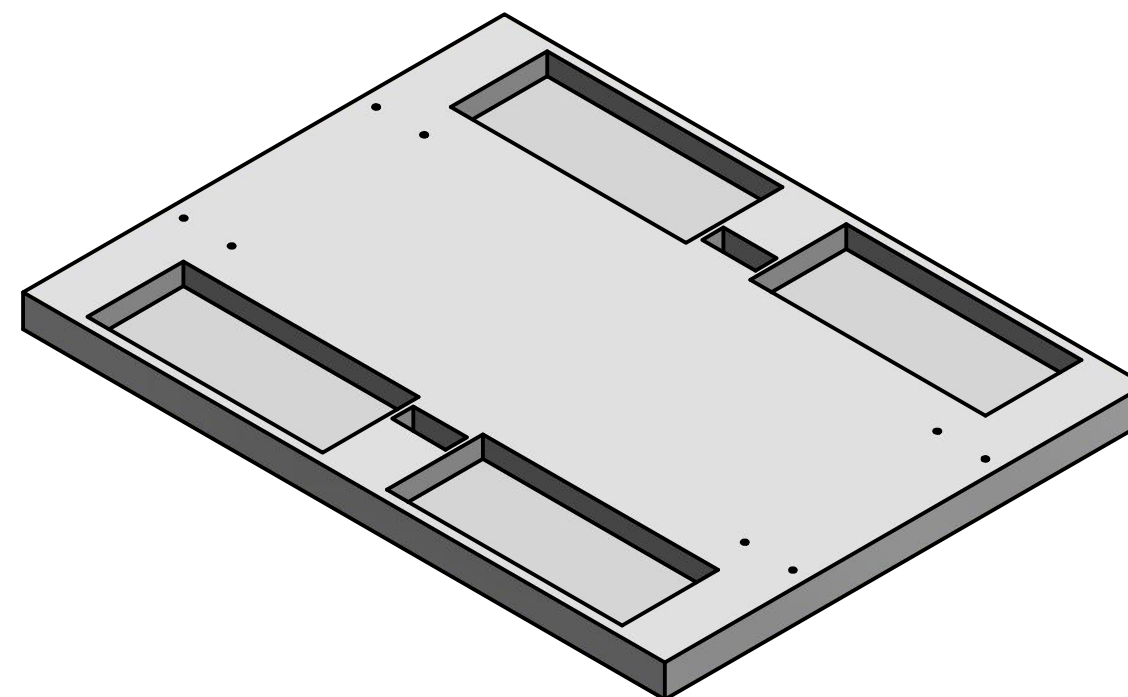
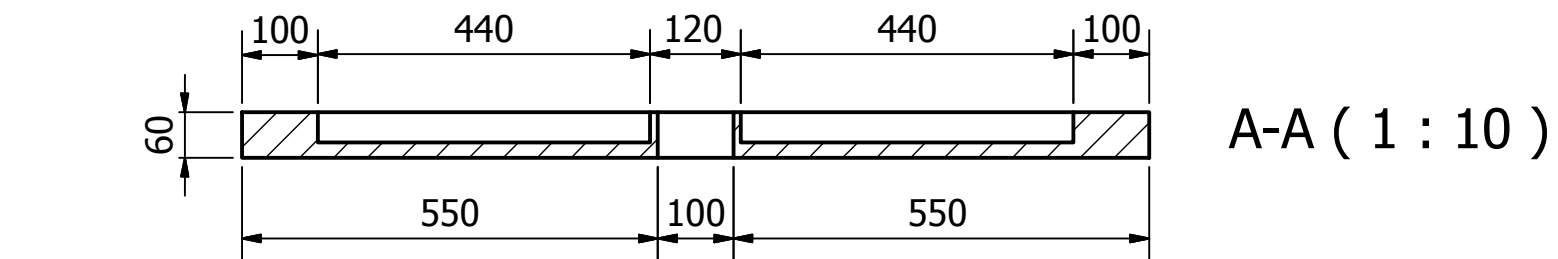
Corredera metálica de 370 mm



ESCALA (1 : 5)

TABLA DE ESPECIFICACIONES				
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	MATERIALES
1	6	Gavetas	Lamina metálica calibre 22 doblada y soldada, agarraderas en acero inoxidable	Acero galvanizado
2	6 juegos	Correderas para cajones deslizables	Correderas metalicas de 37 cm de longitud	Acero
Diseño de JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ		Revisado por		Aprobado por
			GAVETAS CON CORREDERA TELESCÓPICA	
			PLANO No. 10	Escala 1:5
			Unidades mm	

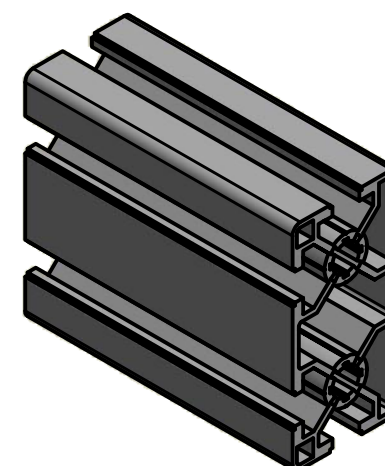
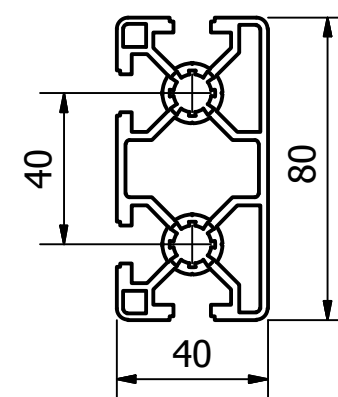
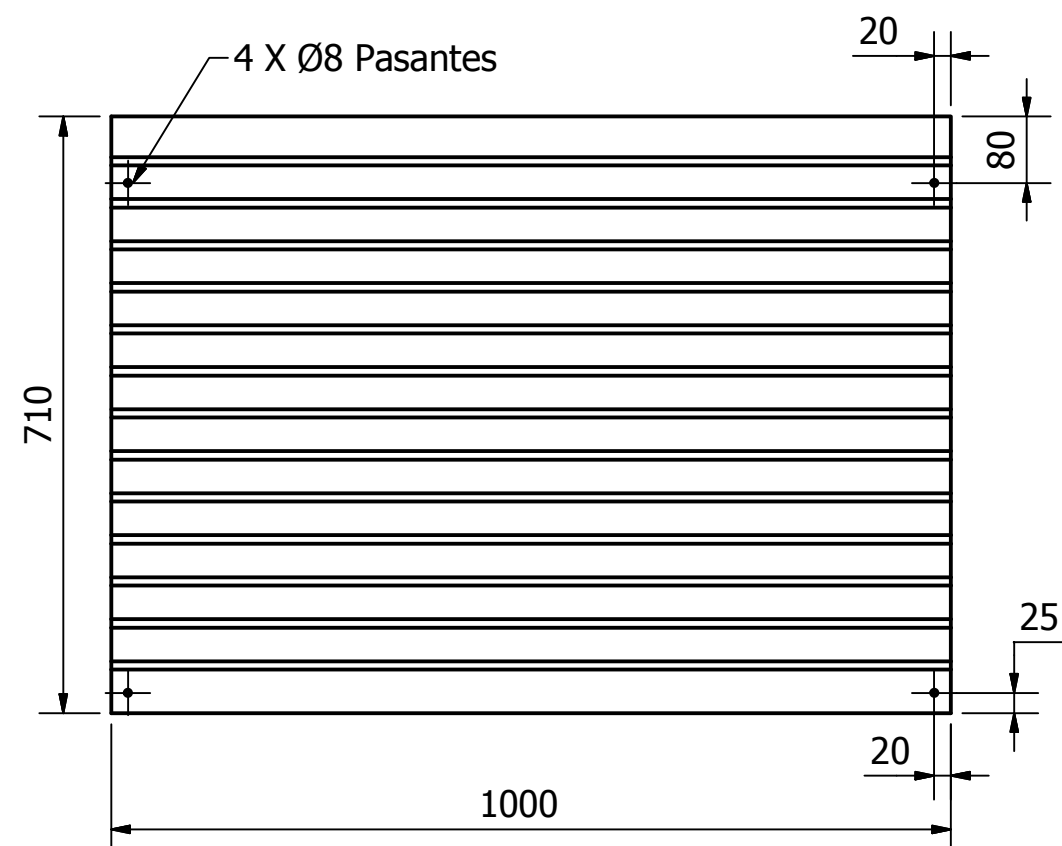
Fecha
08/08/2014



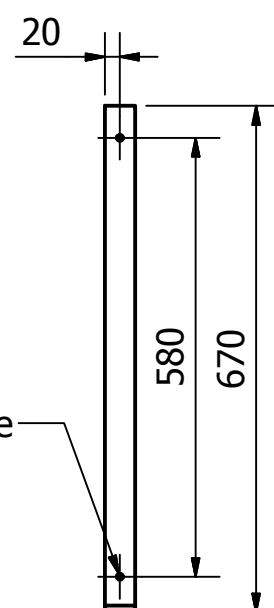
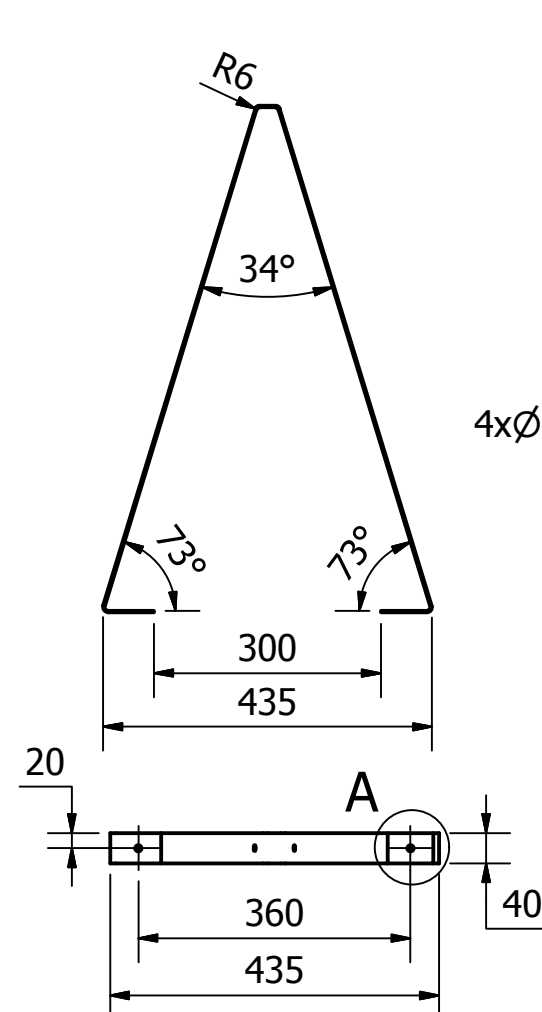
ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN				
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	Mesón	Lamina de madera de 60 mm de espesor	Madera MDF con recubrimiento plastico

Diseño de JULI CÉSAR HERNÁNDEZ	Revisado por	Aprobado por		Fecha 08/08/2014
		MESÓN DE MADERA MDF		
		Plano No. 11	Escala 1:10	Unidades mm

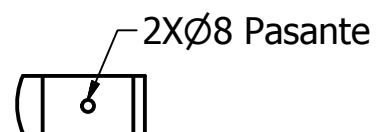
1



2



4xØ8 Pasante-



A (1 : 5)

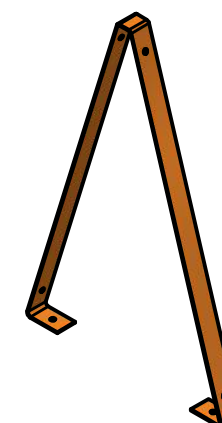
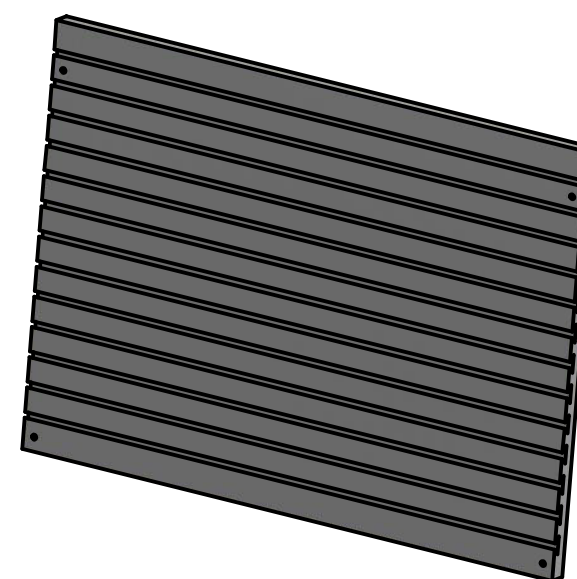


TABLA ELEMENTOS

TABLA ELEMENTOS				
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	2	Tablero	Tablero de perfil metálico comercial	Perfil de aluminio de 40X80
2	2	Soporte triangular	Liston metálico de 4cm de ancho por 2mm de espesor	Acero inoxidable 316 REC

Diseño de
JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ

Revisado por

Aprobado por	
--------------	--

Fecha	08/08/2014
-------	------------

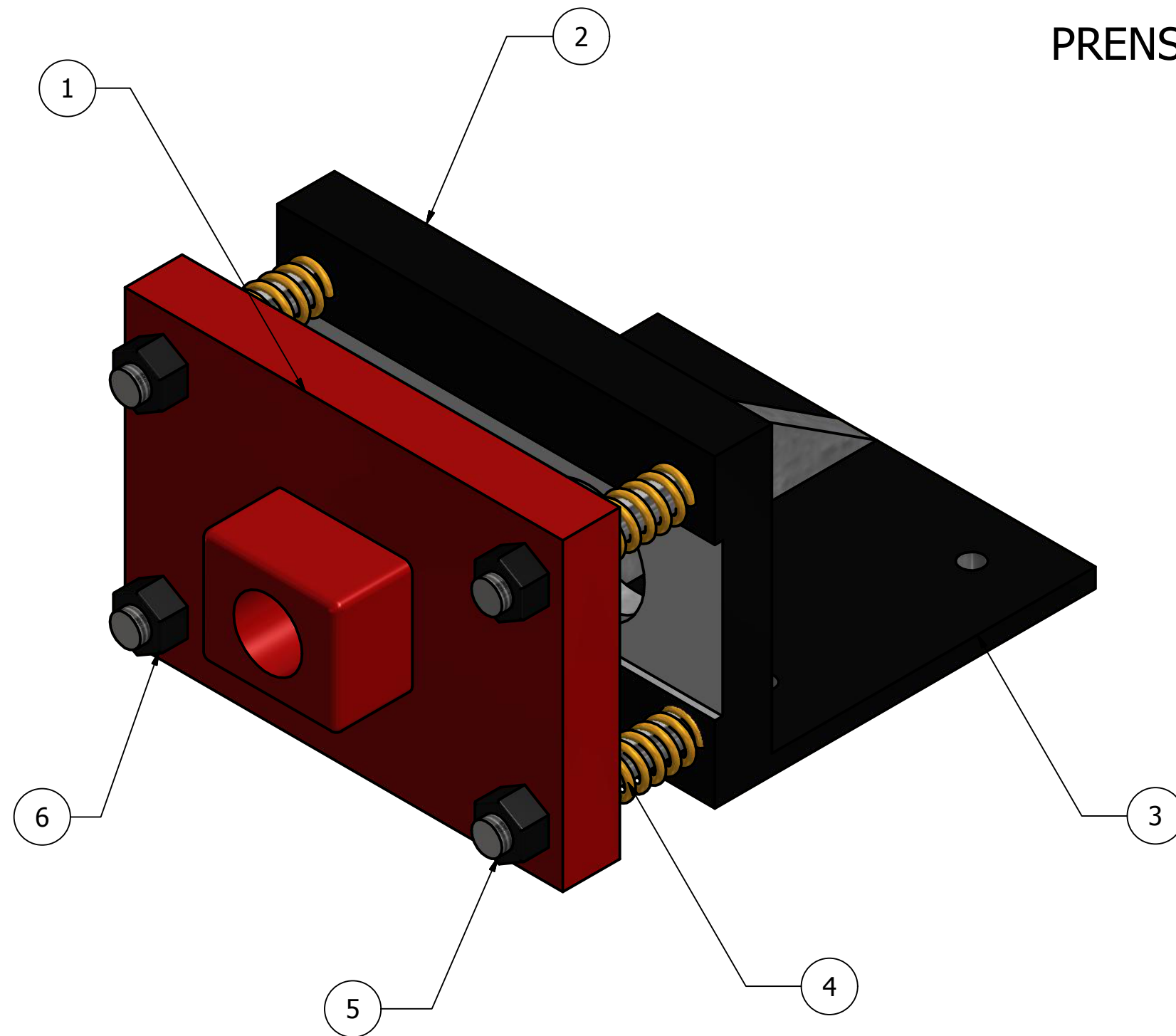
TABLERO Y SOPORTE DE SUJECCIÓN

Plano No. 12

Escala 1:10

Unidades
mm

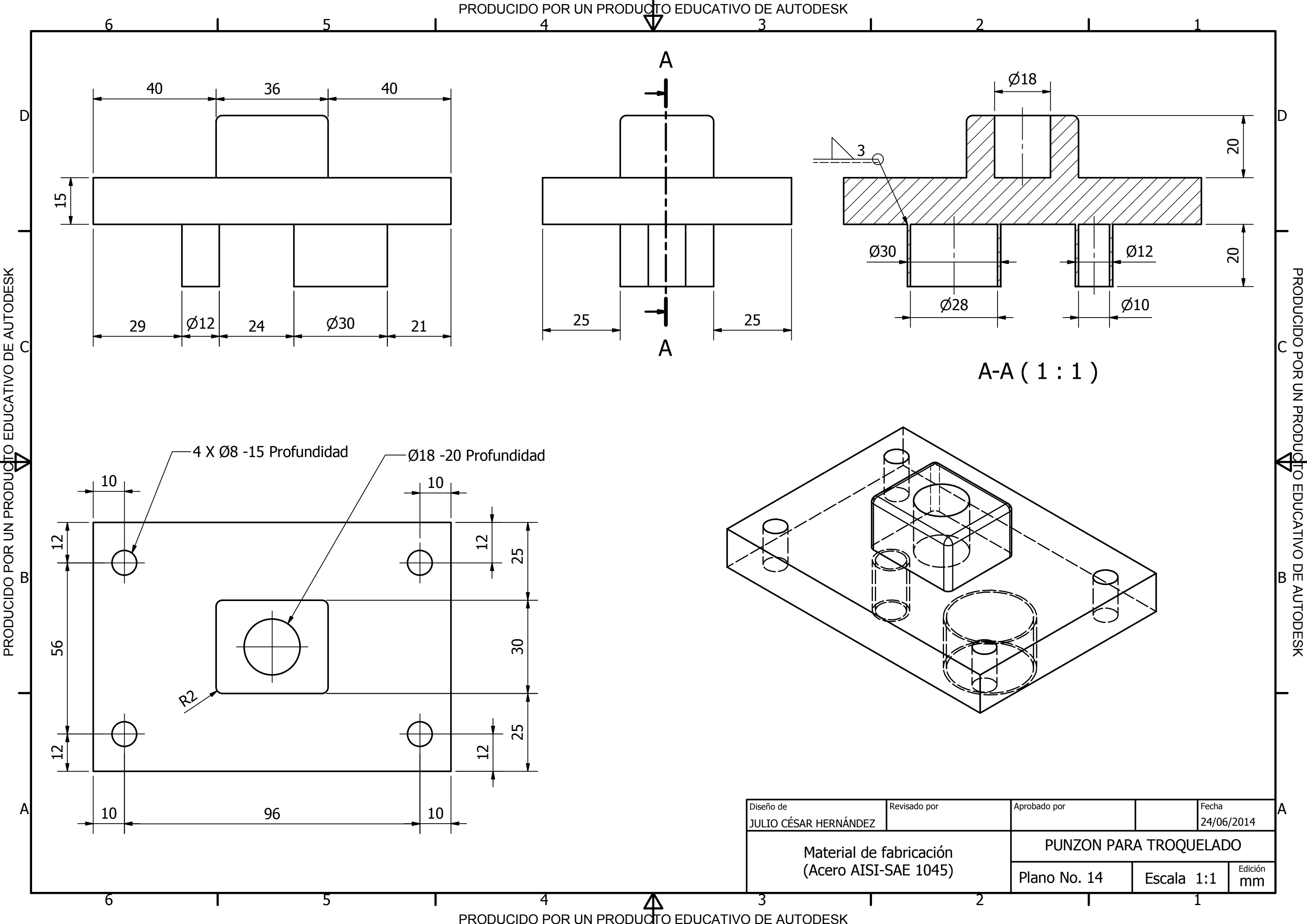
PRENSA PARA PUNZONADO DE LAMINA PLANA

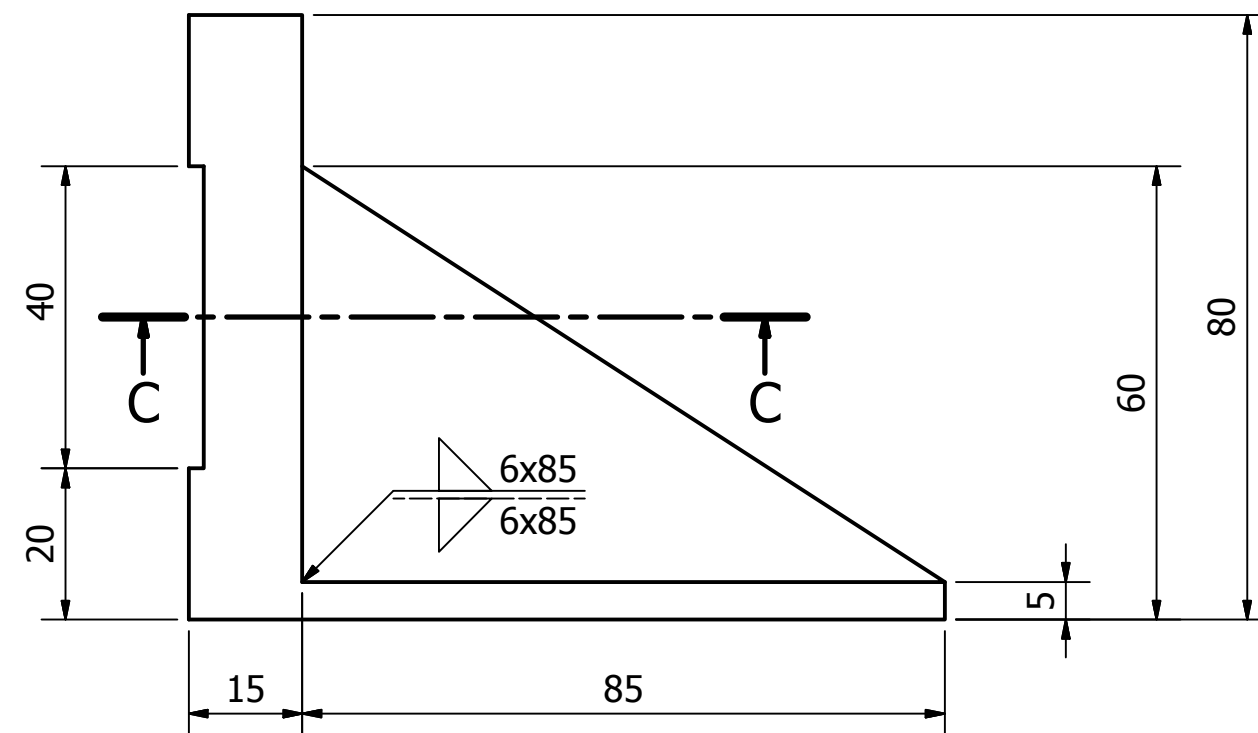
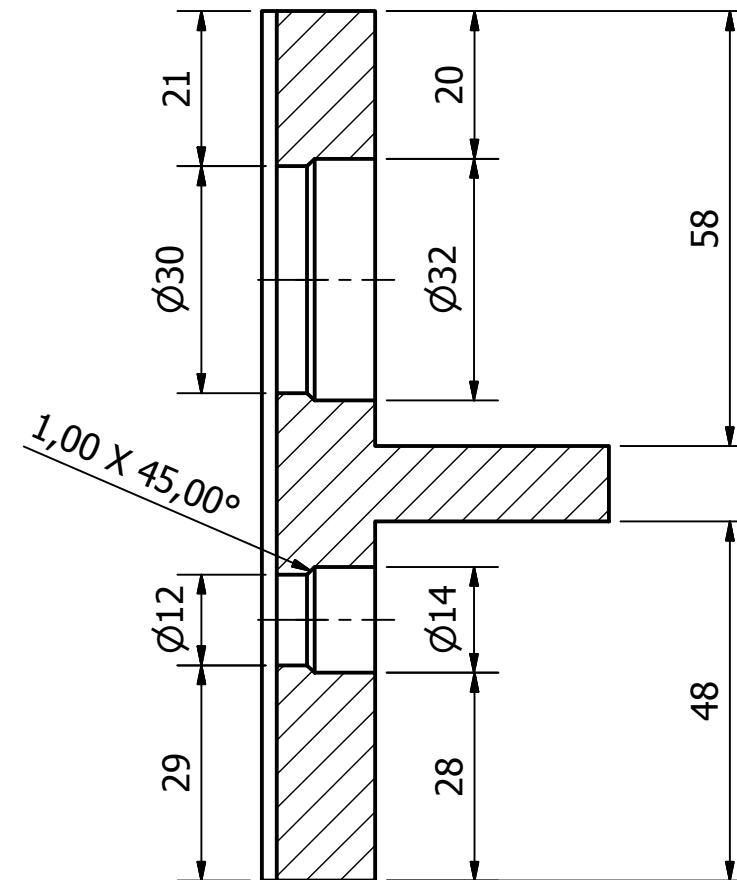
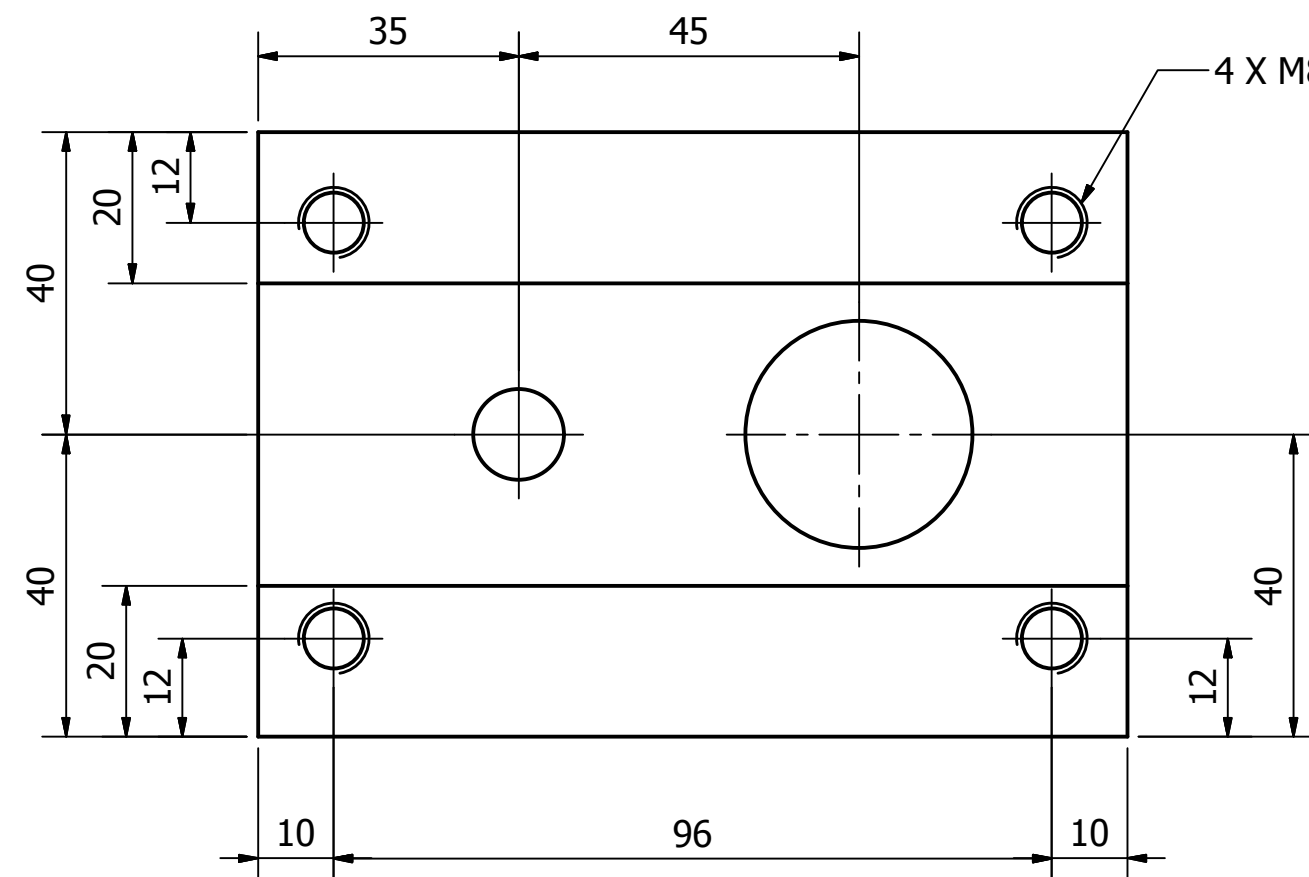
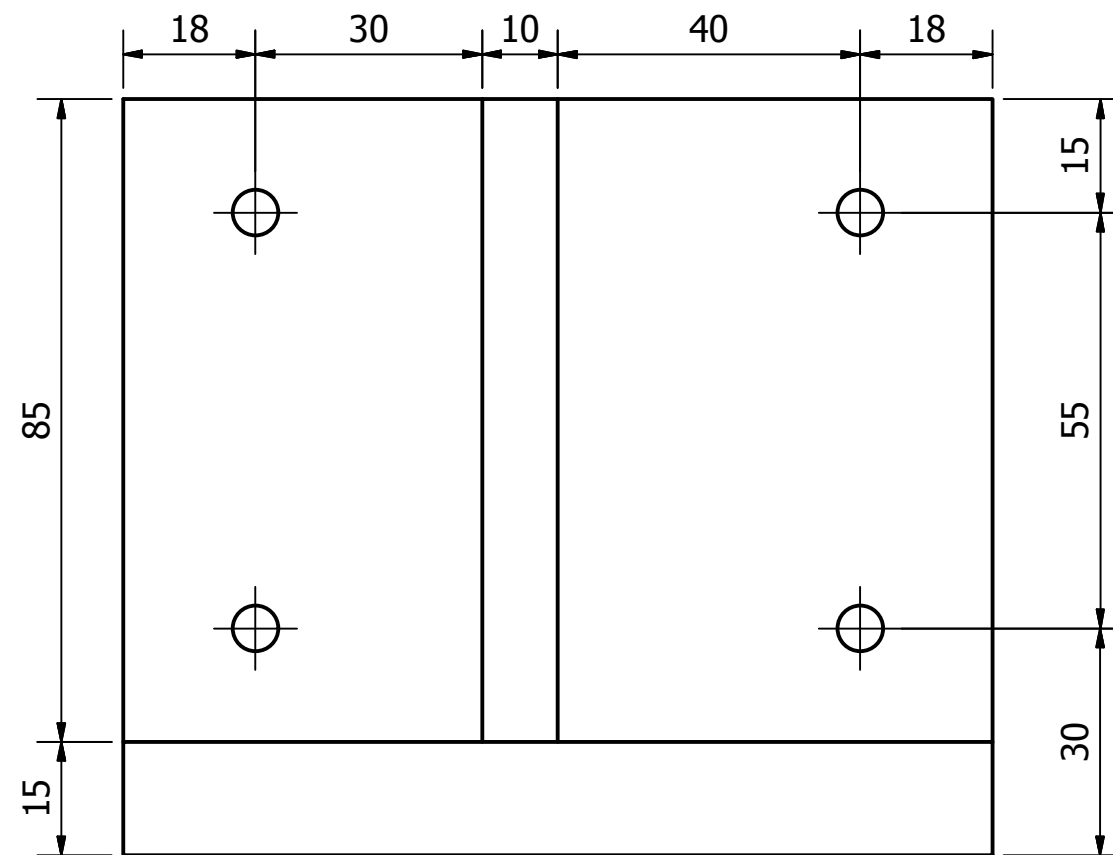


ESCALA (1 : 1)

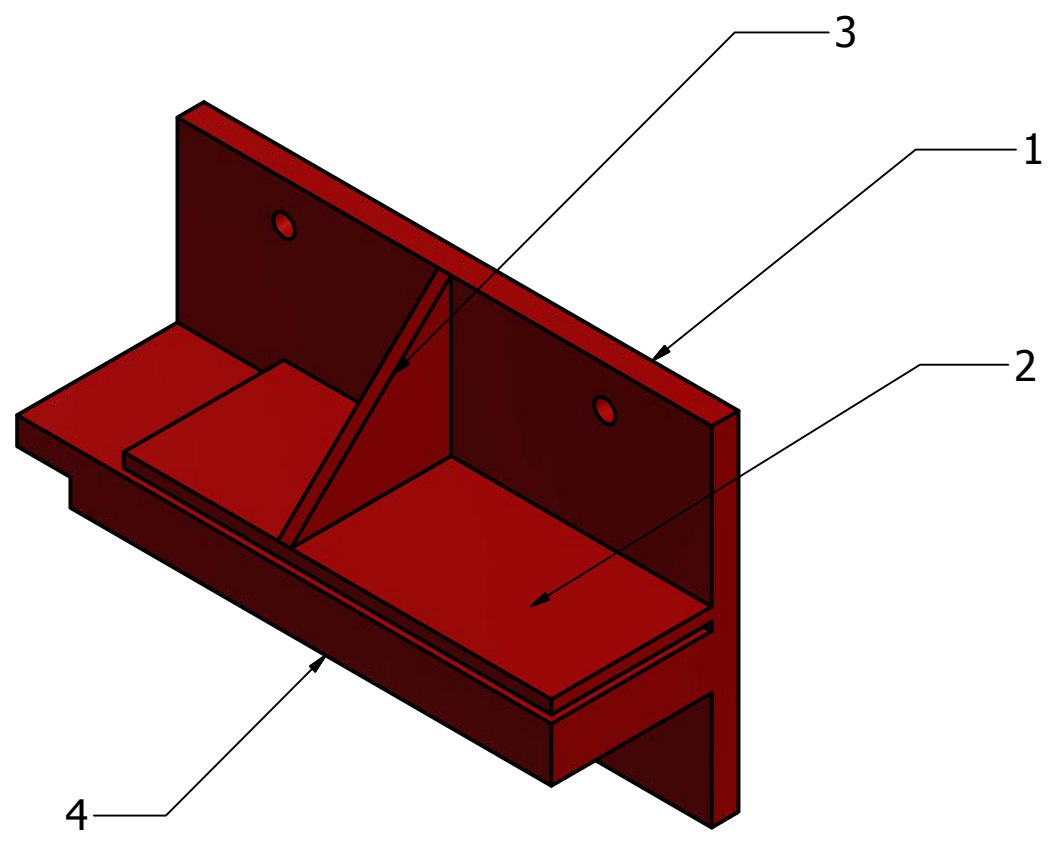
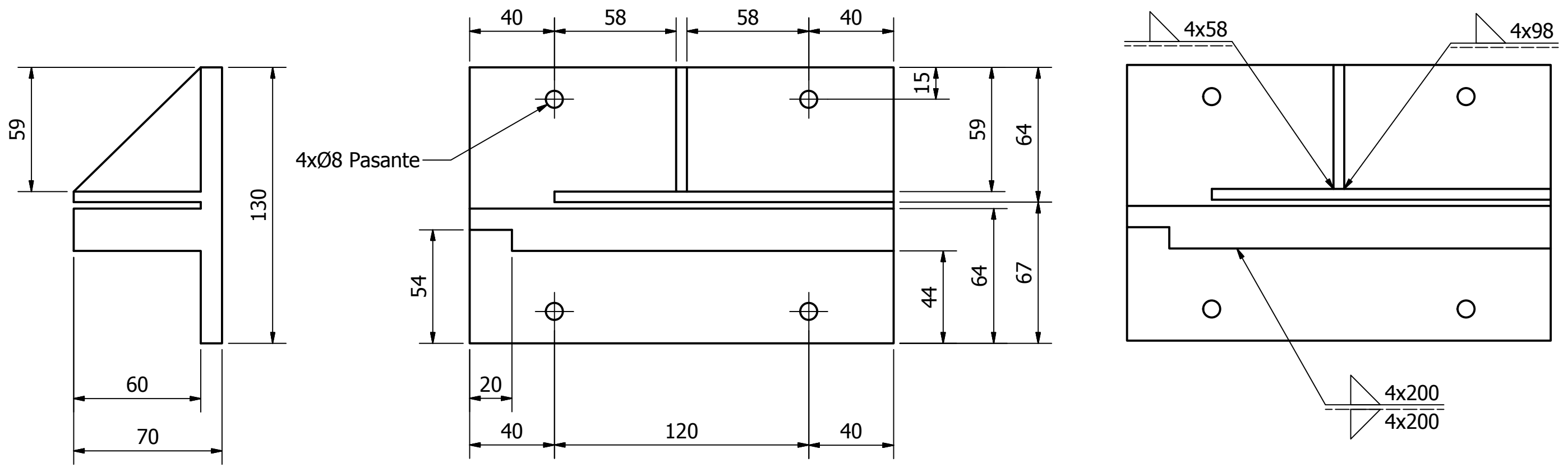
LISTA DE PARTES			
ELEMENTO	NOMBRE	CTDAD	Descripción
1	Punzon	1	Mecanizado en Acero AISI-SAE 1045
2	Matriz	1	Mecanizado en Acero 1045
3	Base de sujeción	1	Acero 1045
4	Resortes	4	Alambre de acero templado
5	Tornillos espárragos de 8mm de diametro	4	Roscado en los dos extremos, longitud de rosca 10mm
6	Tuercas	4	tuerca hexagonal M8x1.25

Diseño de JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ	Revisado por	Aprobado por	Fecha 24/06/2014
Ensamble de la punzonadora		PUNZONADORA HIDRÁULICA	
		Plano No. 13	Escala 1:1 Unidades mm





Diseño de JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ	Revisado por	Aprobado por		Fecha 24/06/2014
Material Acero AISI-SAE 1045		MATRIZ PUNZON		
		Plano No. 15	Escala 1:1	Unidades mm

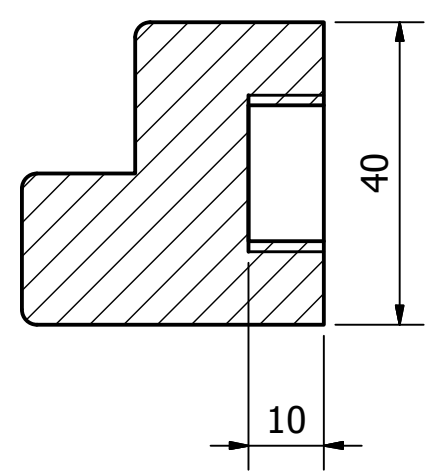


PARTES DEL SOPORTE PARA DOBLADO DE LÁMIA	
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	Base de sujeción en Acero 1045
2	Liston de 5 mm de espesor de Acero 1045
3	Refuerzo triangular de Acero 1045 de 5 mm de espesor
4	Plaqueta de 20 mm de espesor, mecanizada en fresadora

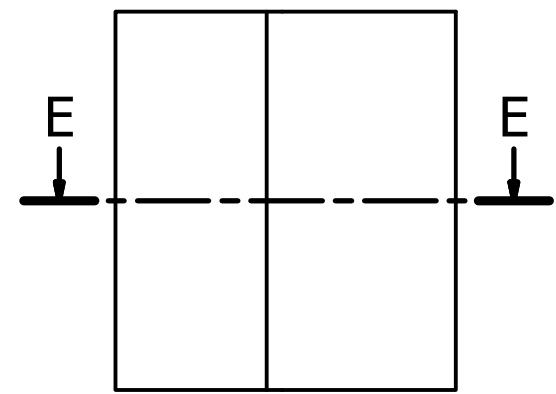
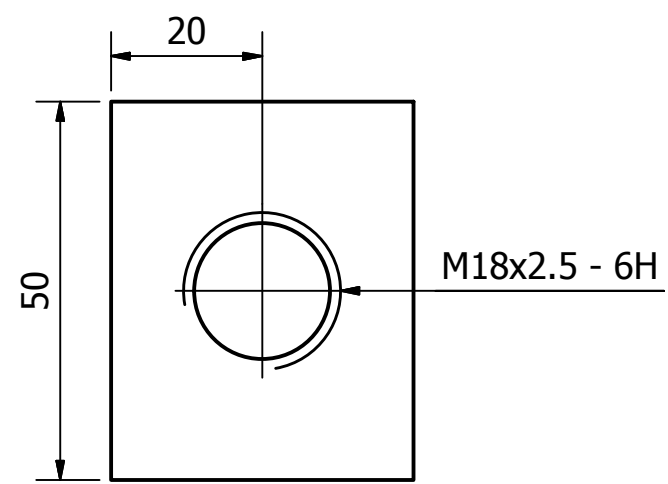
Soporte para práctica de dobladora de lámina

Diseño de JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ	Revisado por	Aprobado por	Fecha 24/06/2014
		SOPORTE PARA DOBLADO DE LÁMIA	
		Plano No. 16	Escala 1:2 Edición mm

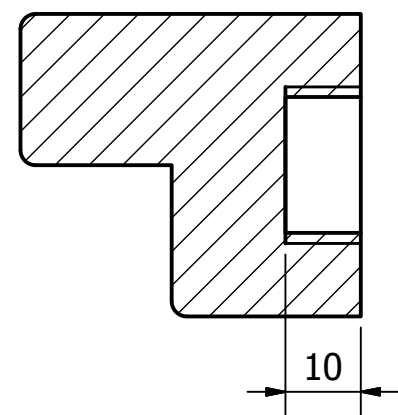
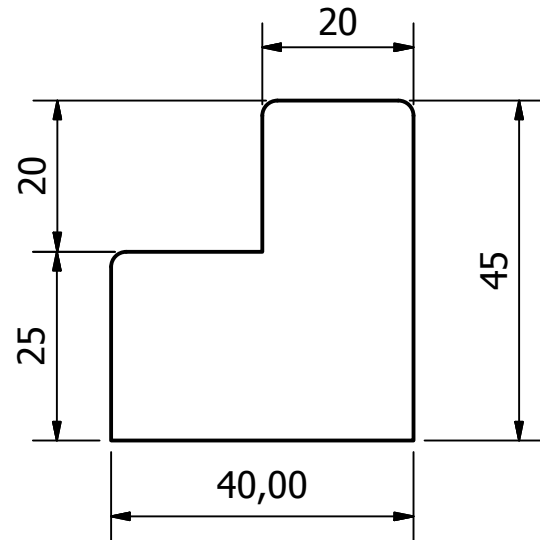
A-A (1 : 1)



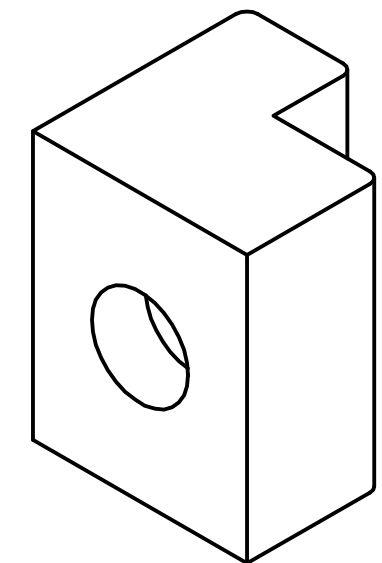
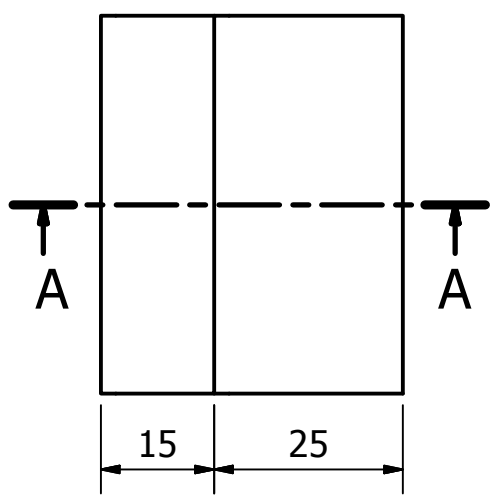
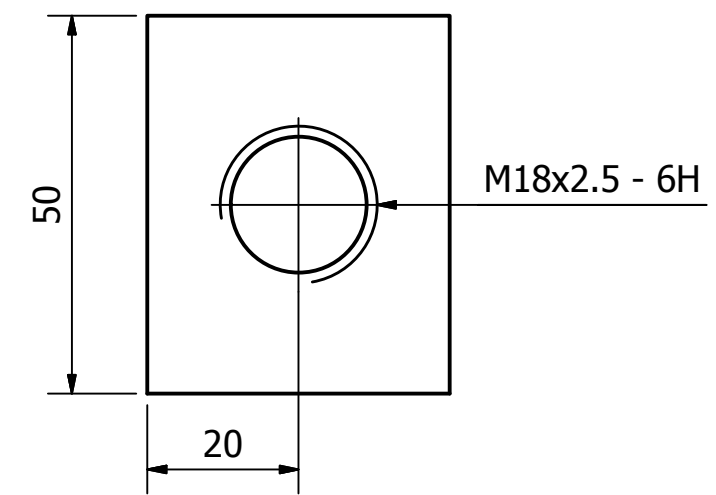
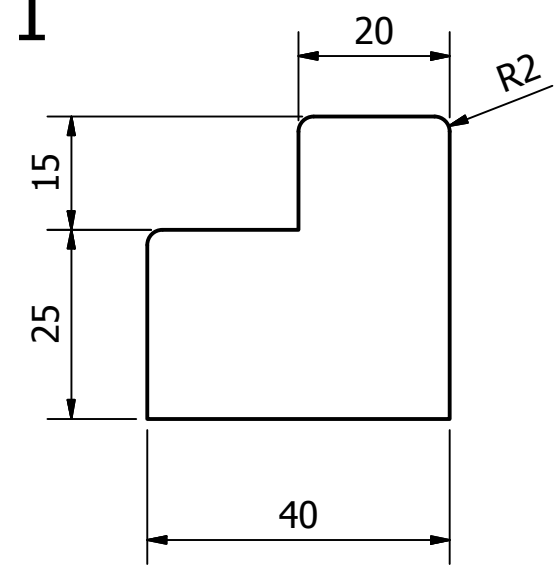
2



E-E (1 : 1)



1

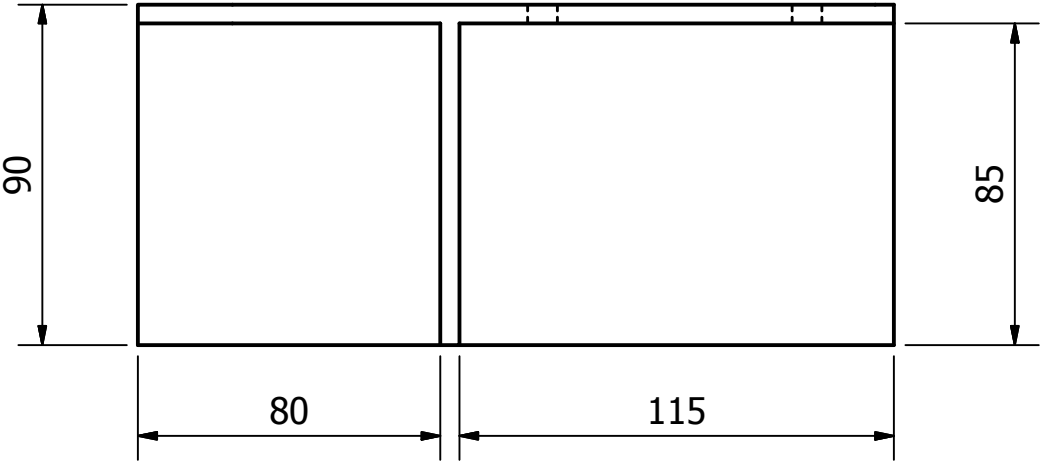


ESCALA (1 : 1)

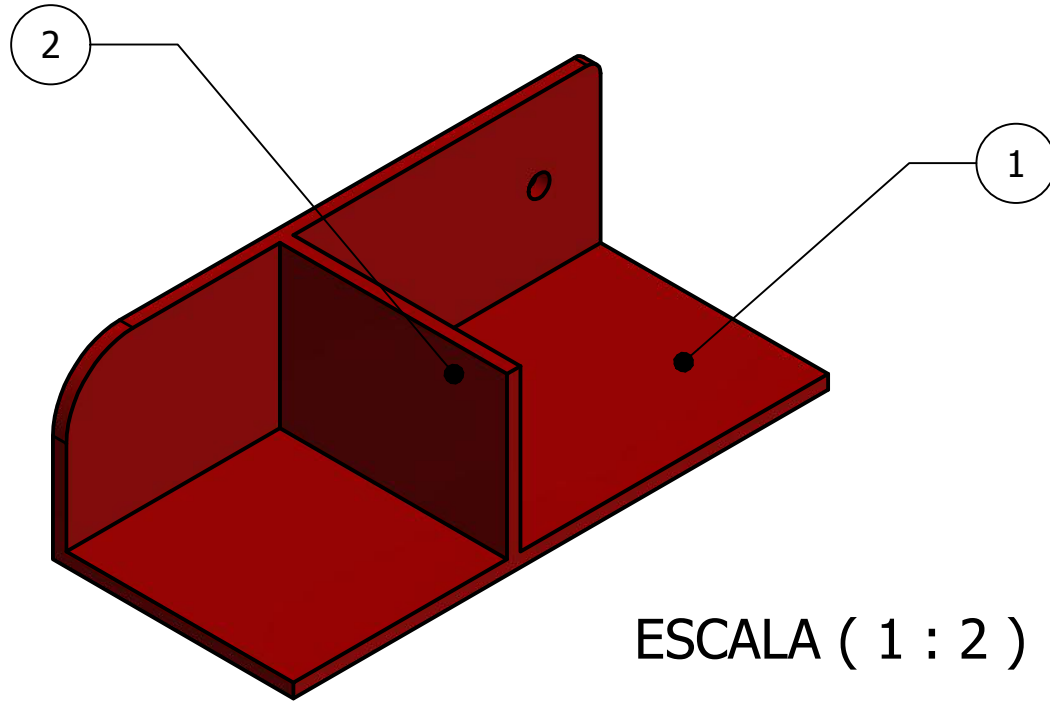
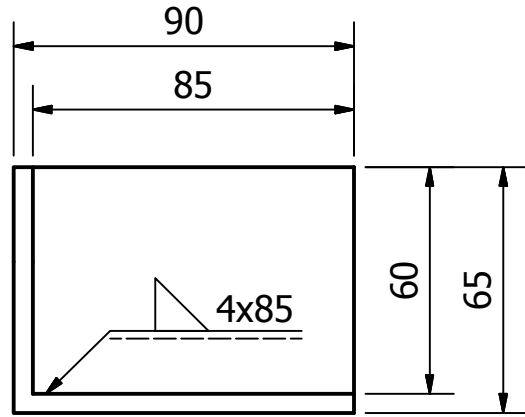
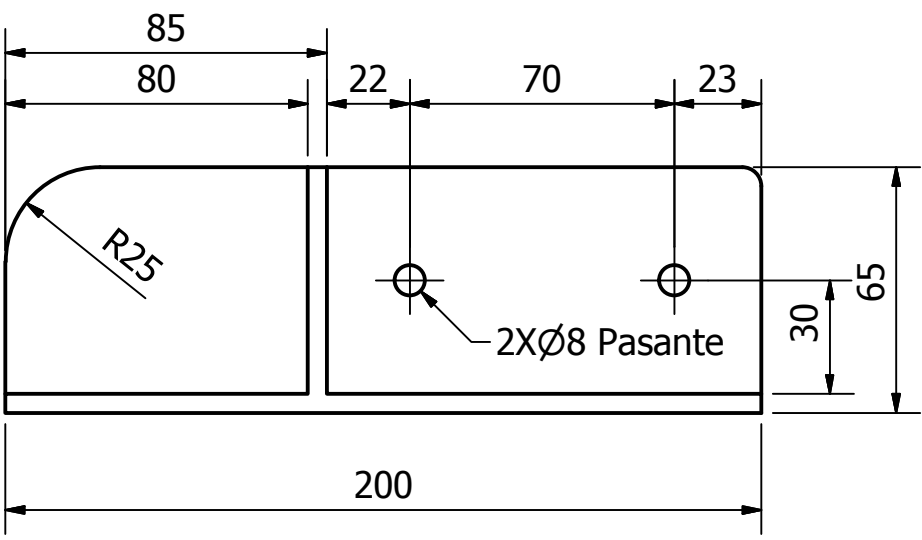
Matriz para sujeción a cabeza de cilindros hidráulicos

Diseño de JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ	Revisado por	Aprobado por	Fecha 25/06/2014
Material de fabricación Acero 1045		Accesorios práctica de doblado de lámina	
		Plano No. 17	Unidades mm

BASE DE SUJECIÓN A TABLERO PARA PRÁCTICA DE ESTAMPADO



ESCALA (1 : 2)



ESCALA (1 : 2)

ESPECIFICACIONES			
Elemento	CTDAD	Descripción	Material
1	1	Perfil en angulo de 90 mm	Acero estructural ASTM-A36
2	1	Soporte rectangular de refuerzo	Acero estructural ASTM-A36

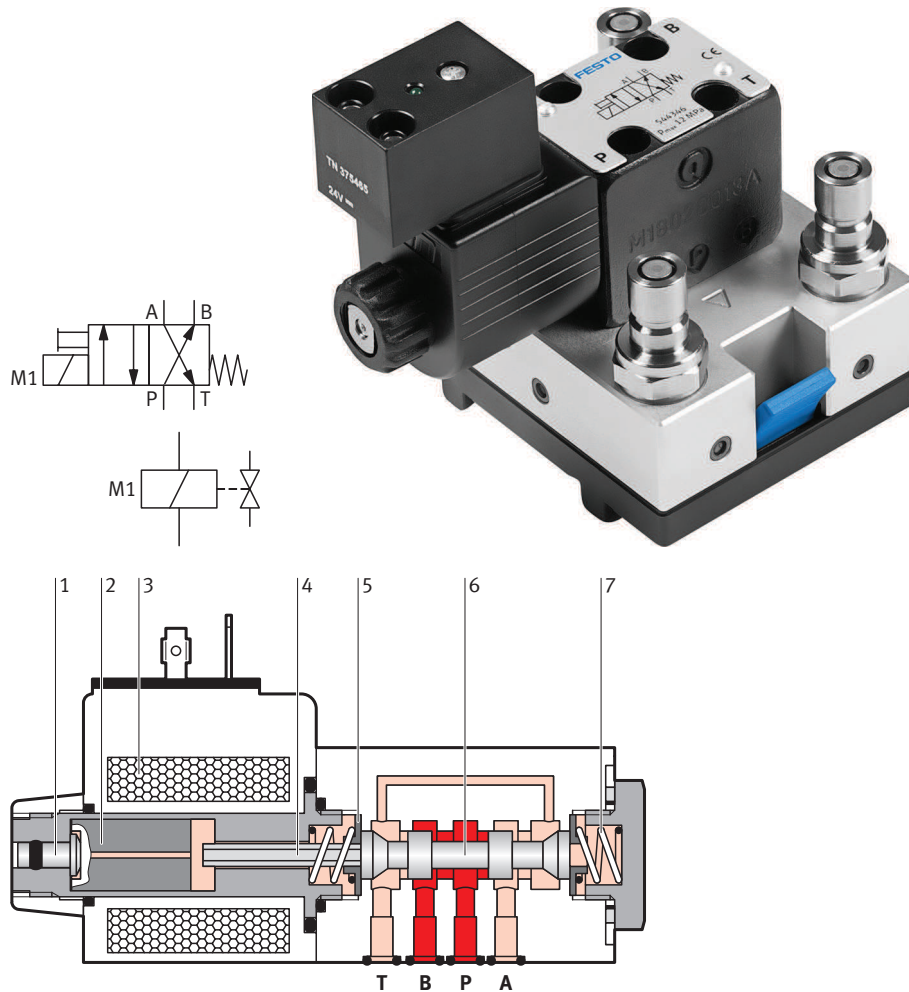
Diseño de JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ	Revisado por	Aprobado por	Fecha 02/07/2014
		BASE PARA PRÁCTICA DE ESTAMPADO	
		Plano No. 18	Escala 1:2 Unidades mm

ANEXO B

CATÁLOGOS DE VÁLVULAS

544346

4/2-Wege-Magnetventil 4/2-way solenoid valve Electroválvula de 4/2 vías Électro distributeur 4/2



1 Nothandbetätigung Emergency manual override Accionamiento manual auxiliar Commande manuelle d'urgence

2 Anker Armature Rotor Armature

3 Magnetspule Solenoid coil Bobina Électroaimant

4 Stößel Stem Leva Poussoir

5 Federteller Spring disc Plato del muelle Coupelle de ressort

6 Kolben Piston Émbolo Piston

7 Feder Spring Muelle Ressort

Funktion

Das Ventil dient zur Steuerung von hydraulischen Volumenströmen.

Ruhestellung (stromlos):

Die beiden Federn zentrieren den Kolben (6). In dieser Stellung haben P→B und A→T Verbindung.

Bestromt:

Der Schaltmagnet schiebt über den Stößel (4) den Kolben gegen die rechte Feder (7). In dieser Stellung haben P→a und B→T Verbindung.

Commissioning

The valve is used to control hydraulic volumetric flow rates.

Normal position (de-energised):

The two springs centre the piston (6). P→B and A→T are connected in this position.

Energised:

The switching magnet slides the piston against the right-hand spring (7) via the stem (4). P→a and B→T are connected in this position.

An emergency manual override (1) also enables actuation

Puesta en funcionamiento

La válvula se utiliza para controlar caudales de fluidos hidráulicos.

Posición normal (sin corriente):

Los dos muelles mantienen al muelle (6) en posición central.

En estas condiciones se establecen las conexiones P→B y A→T.

Posición con corriente:

El imán actúa sobre la leva (4) y desplaza el émbolo en contra de la fuerza del muelle (7) del lado derecho. En estas condiciones

Mise en service

Le distributeur sert à la commande de débits hydrauliques.

Position de repos (en l'absence de courant) :

Les deux ressorts centrent le piston (6). Dans cette position, P→B et A→T sont en communication.

Circulation d'un courant :

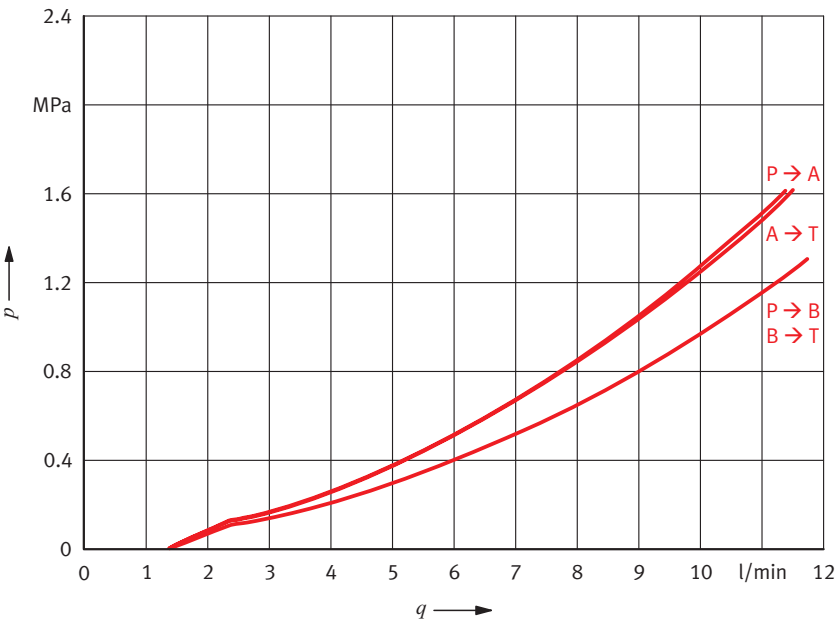
L'électroaimant pousse le piston contre le ressort de droite (7) par l'intermédiaire du poussoir (4). Dans cette

Eine Nothandbetätigung (1) ermöglicht auch eine Betätigung ohne elektrische Energie.

without electrical energy.

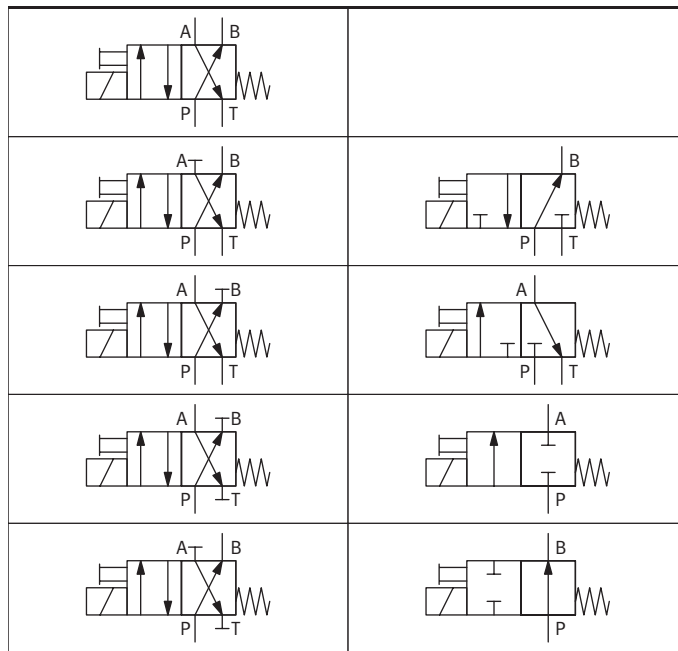
se establecen las conexiones P→A y B→T.
El accionamiento manual auxiliar (1) permite el accionamiento sin energía eléctrica.

position, P→A et B→T sont en communication.
Une commande manuelle d'urgence (1) permet d'actionner le distributeur même en l'absence d'énergie électrique.

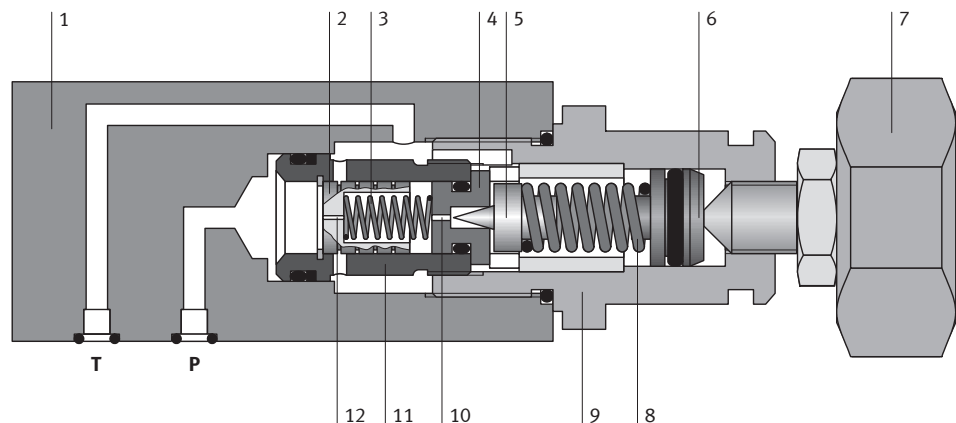
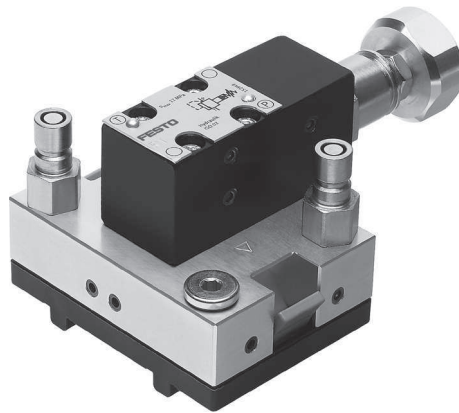
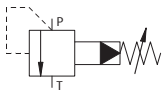


Druck-Volumenstrom Pressure/volumetric flow rate characteristic curve Presión / Caudal volumétrico Pression/débit

Hinweis	Note	Nota	Nota
Ventilanschlüsse werden durch Buchstaben gekennzeichnet. P Druckanschluss T Tankanschluss A, B Arbeitsanschlüsse	The valve ports are identified by letters. P Pressure supply port T Return-line port (tank connection) A, B Working lines	Las conexiones de las válvulas se identifican mediante letras. P Conexión de presión T Conexión hacia el depósito A, B Conexiones de utilización	Les orifices de raccordement sont identifiés par des lettres. P Alimentation T Cuve A, B Utilisation
Der elektrische Anschluss ist mit einem Schutz gegen Überspannungen ausgestattet. Der Schaltzustand wird durch eine Leuchtdiode angezeigt.	The electrical connection is protected against overvoltage. The switching status is indicated by an LED.	La conexión eléctrica está protegida contra sobrecargas de tensión. El estado de conmutación se indica mediante un diodo luminoso.	Le raccordement électrique est protégé contre les surtensions. L'état de commutation est visualisé par une LED.
Die Nothandbetätigung nicht mit scharfkantigen Gegenständen (z.B. Schraubendreher) betätigen, damit die Leichtgängigkeit und Dichtheit sichergestellt bleibt.	Do not actuate the emergency manual override using objects with sharp edges (e.g. screwdrivers) as this can impair the ease of movement and watertightness.	El accionamiento manual auxiliar no deberá activarse utilizando objetos con cantos agudos (por ejemplo, destornilladores), para mantener su funcionamiento suave y su hermeticidad.	Ne pas actionner la commande manuelle d'urgence à l'aide d'objets à arêtes vives (tournevis, par exemple) afin de ne pas compromettre la liberté de mouvement et l'étanchéité.
Das 4/2 Wegeventil kann auch als 3/2 Wege- oder als 2/2 Wegeventil eingesetzt werden	The 4/2-way valve can also be used as a 3/2-way or 2/2-way valve.	La válvula de 4/2 vías también puede utilizarse como válvula de 3/2 vías o como válvula de 2/2 vías.	Le distributeur 4/2 peut aussi s'utiliser en distributeur 3/2 ou distributeur 2/2.


Technische Daten Technical data Datos técnicos Caractéristiques techniques

Parameter Parameter Parámetro Paramètre	Wert Value Valor Valeur
Medium Medium Fluido Fluide	Hydrauliköl HLP 22 nach DIN 51524/2 HLP, ISO 6743/4 HM Hydraulic fluid HLP 22 to DIN 51524/2 HLP, ISO 6743/4 HM Aceite hidráulico HLP 22 según DIN 51524/2 HLP, ISO 6743/4 HM Huile hydraulique HLP 22 selon DIN 51524/2 HLP, ISO 6743/4 HM
Betriebsdruck p Operating pressure p Presión de funcionamiento Pression de service	6 MPa (60 bar)
max. zulässiger Druck p _{max} max. permissible pressure p _{max} Presión máxima admisible p _{max} Pression maximale admissible p _{max}	12 MPa (120 bar)
Ventilanschlussbild, hydraulisch Valve port pattern, hydraulic Patrón de conexiones hidráulicas de la válvula Schéma de raccordement hydraulique	ISO/DIN 4401 Größe 02 ISO/DIN 4401 size 02 ISO/DIN 4401 tamaño 02 ISO/DIN 4401 taille 02
Betätigung Actuation Accionamiento Actionnement	elektrisch Electric Eléctrico électrique
Spannung Voltage Tensión Tension	24 V DC
Leistung Output Potencia Puissance	6,5 W
Anschluss, elektrisch Connection, electrical Conexión eléctrica Raccordement électrique	4mm-Sicherheitssteckbuchse 4 mm safety socket Conector de seguridad tipo clavija, de 4 mm Douille de sécurité de 4 mm
Anschluss, hydraulisch Connection, hydraulic Conexión hidráulica Raccordement hydraulique	4 leckölarne, selbstabdichtende Kupplungsrippel 4 low-leakage, self-sealing coupling nipples Conector de seguridad tipo clavija, de 4 mm 4 embouts mâles auto-étanchéifiants à faibles fuites
Befestigung Mounting Fijación Fixation	mit Quick-Fix® Befestigungssystem Via QuickFix® mounting system Con sistema de fijación Quick-Fix® par système de fixation Quick-Fix®
Änderungen vorbehalten – Subject to change – Reservado el derecho de modificación – Sous réserve de modifications	



Aufbau

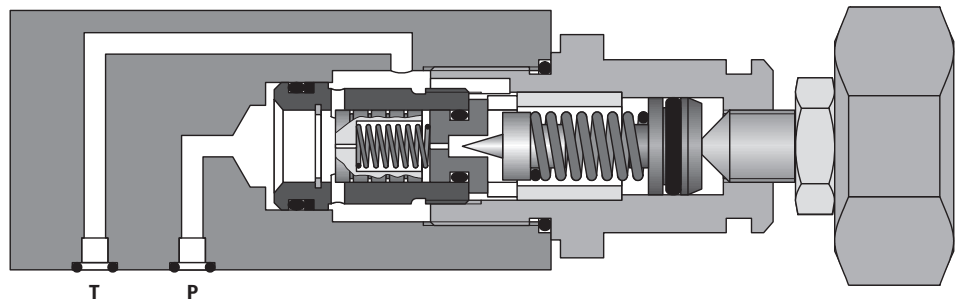
Das Druckbegrenzungsventil und die zwei Stecknippel sind auf eine Anschlussplatte montiert. Die Befestigung des Geräts auf der Profilplatte erfolgt über das Rastsystem mit zwei blauen Hebeln (Befestigungsvariante "A").

Das Ventil besteht aus: Gehäuse (1), Kolben (2), Feder (3), Kegelsitz (4), Kegelteller (5), Federteller (6), Einstellschraube (7), Feder (8), Patronengehäuse (9), Drosseldüse (10), Hauptsteuerbüchse (11), Drosseldüse (12).

Funktion

Das vorgesteuerte Druckbegrenzungsventil begrenzt den Druck im Anschluss P auf den eingestellten Wert. Mit einem kleinen Volumenstrom in der Vorsteuerstufe wird die Hauptstufe gesteuert. Damit lassen sich sehr viel größere Volumenströme im Druck begrenzen, als dies mit einem direkt gesteuerten Ventil möglich wäre. Der Druck steht über den P Kanal durch die beiden Drosseldüsen (10 + 12) am Kegelteller (5) an. Im Federraum herrscht der Druck vom Anschluss T. Ist die Kraft aus Differenzdruck und wirksamer Fläche des Kegels größer der eingestellten Federkraft (8), öffnet der Kegelteller zum Federraum hin.

Der Volumenstrom der über den Kegelsitz (Vorsteuerstufe) fließt erzeugt über die Drosseldüse (12) einen Druckabfall. Damit ist der Druck vor und nach dem Kolben (2) nicht mehr gleich groß. Mit der daraus resultierenden Kraft wird der Kolben gegen die Feder (3) gedrückt und öffnet über Bohrungen in der Hauptsteuerbüchse zum Anschluss T. Die Kombination der beiden Steurdüsen in Verbindung mit der Öffnungscharakteristik des Hauptkolbens bestimmen die Verstärkung der Vorsteuerung. Je größer die Verstärkung ist, desto flacher verläuft die Durchfluss-Kennlinie. Die Grenze der Verstärkung wird durch die Stabilität des Ventils und dessen Arbeitsbereich begrenzt. In diesem Fall ist die Verstärkung aufgrund der sehr kleinen Durchflüsse klein, sodass sich der Vorteil zu dem direktgesteuerten Druckbegrenzungsventil nicht so stark zeigt.

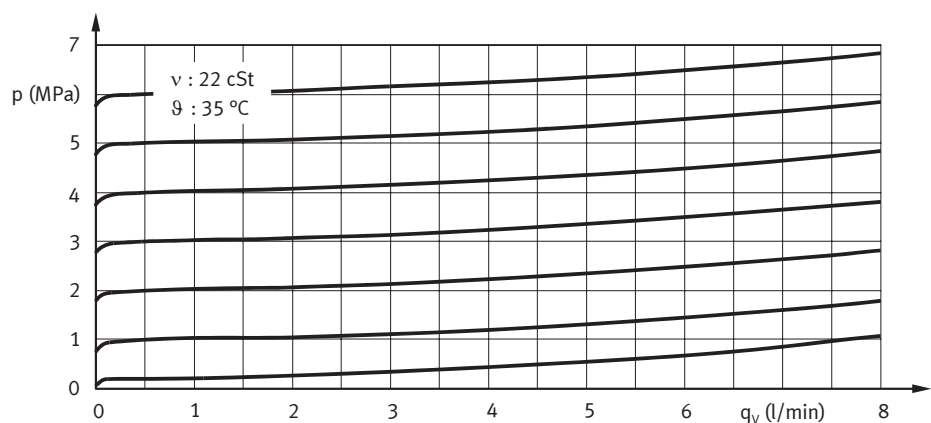


Hinweis

Die Kennzeichnung der Ventilanschlüsse erfolgt über Buchstaben:

P Druckanschluss

T Rücklaufanschluss (Tankanschluss)



Druck-Volumenstrom-Kennlinie bei unterschiedlichen Drehknopfeinstellungen

Technische Daten

Hydraulik	
Medium	Mineralöl, empfohlen 22 cSt (mm ² /s)
Betriebsdruck p	6 MPa (60 bar)
Maximal zulässiger Druck p _{max}	12 MPa (120 bar)
Einstellung	manuell
Betätigung	hydraulisch
Anschluss	für 2 Kupplungsdosen



MACNOA LIMITADA

CATALOGO GENERAL DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

HVCF

VALVULAS DE CONTROL

H

HIDRAULICA

Pág. 16

VALVULAS DE CONTROL REGULADORA DE FLUJO

**OLEODINAMICA LC
Italia**

Usos

Para controlar la velocidad de motores oleohidráulicos y cilindros.

Características

Regulan el flujo en un sentido, en el otro pasa libre a través de una válvula de retención en paralelo.

MONTAJE EN PANEL

Posee código de colores para regular y perno para fijación.

Código	Conexión Hilo Gas	Capacidad Máx. l/pm	Presión Máx. bar	Catálogo
HVCF-80111	1/4"	25	450	EUT-1/4
HVCF-80112	3/8"	45	450	EUT-3/8
HVCF-80113	1/2"	70	400	EUT-1/2
HVCF-80114	3/4"	140	350	EUT-3/4
HVCF-80211	1/4" bidireccional	25	300	EDT-1/4



MONTAJE EN LINEA

Código	Conexión Hilo Gas	Capacidad Máx. l/pm	Presión Máx. bar	Catálogo
HVCF-80211	1/4"	12	350	EUR-1/4
HVCF-80212	3/8"	30	350	EUR-3/8
HVCF-80213	1/2"	45	350	EUR-1/2
HVCF-80214	3/4"	80	310	EUR-3/4
HVCF-80215	1"	150	250	EUR-1



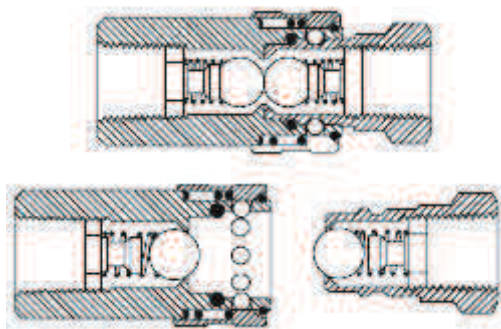
ANEXO C

CATÁLOGOS ACOPLER Y RACORES

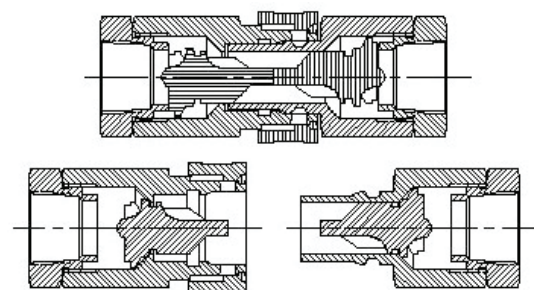
Acoples Hidráulicos con retención - Cuerpo (Hembra) + Niple (Hembra)

A073

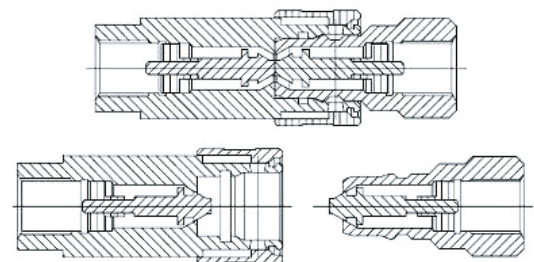
73B- Serie "B" - (Cierra los dos extremos). Por su facilidad de adaptación, se aconseja para aplicaciones hidráulicas especialmente en tareas pesadas y condiciones desfavorables. Su uso más común es en equipos de control remoto de máquinas viales y agrícolas. Disponible en Ø 3/8", 1/2".



73E- SERIE "E" - (Cierra ambos lados de la línea con válvulas tipo estrella que se aplican contra un asiento cónico, cerrando el paso del fluido cuando se desconectan). Este acoplamiento está proyectado para el manejo de fluidos, tales como aire comprimido, gases, agua, vapor, aceites y combustibles. Disponible en Ø 3/4", 1", 1.1/4", 1.1/2".



73P- SERIE "P" - (Cierra ambos lados de la línea). El diseño de las válvulas reduce al mínimo la turbulencia. Este acople trabaja dentro de una amplia gama de presiones con elevado rendimiento en circuitos hidráulicos e instalaciones de vapor. Disponible en Ø 1/4", 3/8", 1/2".



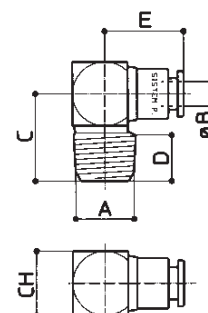
A=Acople Completo NH=Niple Hembra
CH=Cuerpo Hembra NM=Niple Macho
NE=Niple Espiga

Nº CODIGO	Descripción
073	HIDRAULICO CON RETENCION
73B-10A	SERIE "B" ACOUPLE COMPLETO 3/8"
73B-10CH	SERIE "B" CUERPO HEMBRA 3/8"
73B-10NH	SERIE "B" NIPLE HEMBRA 3/8"
73B-13A	SERIE "B" ACOUPLE COMPLETO 1/2"
73B-13CH	SERIE "B" CUERPO HEMBRA 1/2"
73B-13NH	SERIE "B" NIPLE HEMBRA 1/2"
73E-19A	SERIE "E" ACOUPLE COMPLETO 3/4"
73E-19CH	SERIE "E" CUERPO HEMBRA 3/4"
73E-19NH	SERIE "E" NIPLE HEMBRA 3/4"
73E-25A	SERIE "E" ACOUPLE COMPLETO 1"
73E-25CH	SERIE "E" CUERPO HEMBRA 1"
73E-25NH	SERIE "E" NIPLE HEMBRA 1"
73E-32A	SERIE "E" ACOUPLE COMPLETO 1 1/4"
73E-32CH	SERIE "E" CUERPO HEMBRA 1 1/4"
73E-32NH	SERIE "E" NIPLE HEMBRA 1 1/4"
73E-38A	SERIE "E" ACOUPLE COMPLETO 1 1/2"
73E-38CH	SERIE "E" CUERPO HEMBRA 1 1/2"
73E-38NH	SERIE "E" NIPLE HEMBRA 1 1/2"
73P-06A	SERIE "P" ACOUPLE COMPLETO 1/4"
73P-06CH	SERIE "P" CUERPO HEMBRA 1/4"
73P-06NH	SERIE "P" NIPLE HEMBRA 1/4"
73P-10A	SERIE "P" ACOUPLE COMPLETO 3/8"
73P-10CH	SERIE "P" CUERPO HEMBRA 3/8"
73P-10NH	SERIE "P" NIPLE HEMBRA 3/8"
73P-13A	SERIE "P" ACOUPLE COMPLETO 1/2"
73P-13CH	SERIE "P" CUERPO HEMBRA 1/2"
73P-13NH	SERIE "P" NIPLE HEMBRA 1/2"

"Poberaj SA se reserva el derecho de modificar las características y medidas de sus productos sin previo aviso".

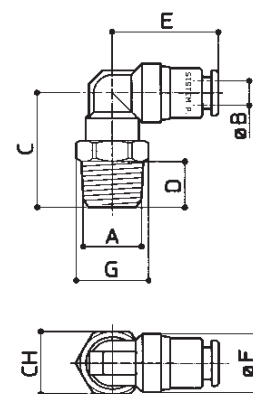
SR 14 CODO CONICO FIJO MACHO

CODIGO	A	B	C	D	E	F	G	CH	CH1	Gr
SR1404M5	M5	4	11,5	5	12,5			9		8
SR1404M6x075	M6x075	4	9,5	5	12,5			9		7
SR1404M6x100	M6x100	4	9,5	5	12,5			9		7
SR140418	1/8	4	15	8	13			10		
SR140414	1/4	4	17	10	15			14		11
SR140518	1/8	5	15	8	13			10		23
SR140514	1/4	5	18,5	10	15			14		11
SR140618	1/8	6	19,5	8	16,5			12		22
SR140614	1/4	6	19	10	17			14		20
SR140818	1/8	8	19	8	19			14		26
SR140814	1/4	8	20	10	18,5			14		27
SR141014	1/4	10	21,5	10	20,5			17		30
SR141038	3/8	10	23	11	20,5			17		44
SR141238	3/8	12	30,5	11	38,5			22		51
SR141212	1/2	12	30,5	14	38,5			22		122
SR141438	3/8	14	30,5	11	42,5			22		128
SR141412	1/2	14	30,5	14	42,5			22		153



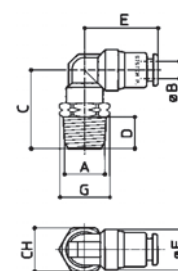
SR 15 CODO CONICO GIRATORIO MACHO

CODIGO	A	B	C	D	E	F	G	CH	CH1	Gr
SR150418	1/8	4	21,5	8	20	10	12,2	11		15
SR150414	1/4	4	23	10	20	10	15,5	14		22
SR150518	1/8	5	22	8	20,5	11	12,2	11		16
SR150514	1/4	5	24	10	20,5	11	15,5	14		24
SR150618	1/8	6	23	8	23	13	13,4	12		21
SR150614	1/4	6	25	10	23	13	15,5	14		28
SR150818	1/8	8	24	8	25	15	15,5	14		28
SR150814	1/4	8	26	10	25	15	15,5	14		32
SR150838	3/8	8	26	11	25	15	19	17		45
SR151014	1/4	10	30	10	28,5	17,5	21,2	19		50
SR151038	3/8	10	31	11	28,5	17,5	21,2	19		59
SR151012	1/2	10	34	14	28,5	17,5	24,5	22		79
SR151214	1/4	12	30	10	32	21,5	24,5	22		72
SR151238	3/8	12	33	11	32	21,5	24,5	22		78
SR151212	1/2	12	35	14	32	21,5	24,5	22		94
SR151438	3/8	14	35	11	36,5	25,5	29	26		120
SR151412	1/2	14	38	14	36,5	25,5	29	26		135



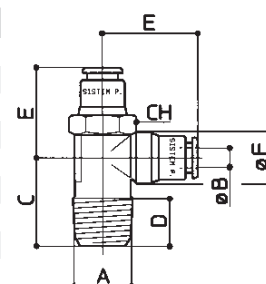
SR15NPT CODO GIRATORIO CONICO MACHO NPT

CODIGO	A	B	C	D	E	F	G	CH	CH1	Gr
SR15NPT0418	1/8	4	21,5	8	20	10	12,2	11		15
SR15NPT0414	1/4	4	23	10	20	10	15,5	14		22
SR15NPT0618	1/8	6	23	8	23	13	13,4	12		21
SR15NPT0614	1/4	6	25	10	23	13	15,5	14		28
SR15NPT0818	1/8	8	24	8	25	15	15,5	14		28
SR15NPT0814	1/4	8	26	10	25	15	15,5	14		32
SR15NPT1038	3/8	10	31	11	28,5	17,5	21,2	19		59
SR15NPT1238	3/8	12	33	11	32	21,5	24,5	22		78
SR15NPT1212	1/2	12	35	14	32	21,5	24,5	22		94



SR16 T LATERAL CONICA FIJA MACHO

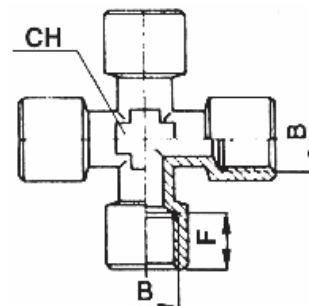
CODIGO	A	B	C	D	E	F	G	CH	CH1	Gr
SR160418	1/8	4	15	8	20	10		10		14
SR160618	1/8	6	20	8	23	13		13		28
SR161238	3/8	12	34	11	32	21,5		22		101
SR161212	1/2	12	37	14	32	21,5		22		116
SR161438	3/8	14	37	11	36	25,5		26		160
SR161412	1/2	14	40	14	36	25,5		26		173



SA26 CRUZ INTERMEDIA HEMBRA



CODIGO	B	C	D	E	F	G	CH	CH1	Gr
SA261818	1/8				8		10		
SA261414	1/4				11		13		
SA263838	3/8				11,5		17		
SA261212	1/2				14		21		
X SA263434	3/4				16		26		

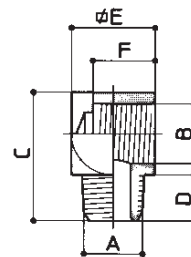


X Acero Inox.

SA27 CODO CONICO MACHO/HEMBRA



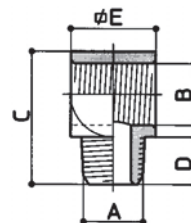
CODIGO	A	B	C	D	E	F	G	CH	CH1	Gr
SA27M5M5	M5	M5	16	5	9					
SA271818	1/8	1/8	22	8	14					
SA271414	1/4	1/4	28	10	-					



SA28 T CENTRAL CONICA MACHO/HEMBRA/HEMBRA



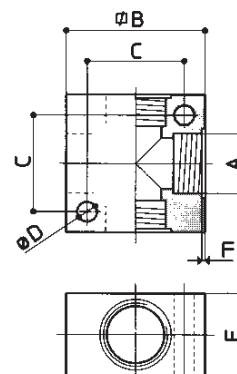
CODIGO	A	B	C	D	E	F	G	CH	CH1	Gr
SA281818	1/8	14	22	8	1/8	8				
SA281414	1/4	18	28	10	1/4	10				



SA29 REPARTIDOR EN CRUZ HEMBRA



CODIGO	A	B	C	D	E	F	MATER.	CH1	Gr
SA2900M5	M5	20	14	3,2	10	-	ALUMINIO		
SA290018	1/8	25	-	4,5	16	-	ALUMINIO		
SA290014	1/4	40	-	5,5	20	-	ALUMINIO		
SA290038	3/8	50	34	5,5	25	-	ALUMINIO		
SA290012	1/2	50	34	5,5	30	-	ALUMINIO		
SA290034	3/4	60	45	5,5	35	-	ALUMINIO		



ANEXO D

CATÁLOGO MANGUERAS



Manguera hidráulica fabricada bajo Norma SAE 100R2AT

Uso: En equipo y maquinarias de construcción, agrícolas, mineras y transporte en general, en líneas de alta presión, para el transporte de aceites minerales, hidráulicos, emulsiones de agua y aceite. Resiste temperaturas entre -40° y +100° C máximo y en lapsos cortos de hasta 125° C

Tubo interior: De caucho sintético resistente a los aceites

Refuerzo: Dos mallas trenzadas de alambre de acero endurecida y templado

Cubierta: Caucho sintético resistente a la abrasión e intemperie.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Medida	Diámetro interior (Pulg./mm)	Diámetro Exterior mm (+/- 1.2)	Presión de Trabajo		Presión de Prueba		Presión de Ruptura		Radio de Curvatura
			Bar	PSI	Bar	PSI	Bar	PSI	
4	1/4 / 6.4	15	345	5000	551	7985	1379	20000	102
5	5/16 / 7.9	16.6	293	4250	468	6782	1172	17000	114
6	3/8 / 9.5	19	276	4000	441	6391	1103	16000	127
8	1/2 / 12.7	22.2	241	3500	386	5594	965	14000	178
10	5/8 / 15.9	25.4	190	2750	303	4390	758	11000	203
12	3/4 / 19.0	29.3	155	2250	248	3594	620	9000	241
16	1 / 25.4	38.1	138	2000	220	3188	552	8000	305
20	1 1/4 / 31.8	48.3	112	1625	179	2594	448	6500	419
24	1 1/2 / 38.1	54.6	86	1250	138	2000	345	5000	508
32	2 / 50.8	67.3	78	1125	124	1797	310	4500	635

ANEXO E

CATÁLOGO ACEITE HIDRÁULICO

RENOLIN B

Aceites hidráulicos de calidad "PREMIUM", formulados a partir de aceites minerales parafínicos de alto grado de refinado y aditivos antidesgaste E.P., inhibidores de oxidación y corrosión, antiherrumbre, antiespumantes, mejoradores de IV y depresores de punto de congelación.

Aplicación

- Los fluidos hidráulicos **RENOLIN B** son idóneos para todo tipo de sistema hidráulico independientemente del tipo de bomba que equie (paletas, engranajes y pistones), incluso las que contengan elementos de bronce y en las condiciones de servicio más severas.

- Nivel de calidad:

DENISON HF-0

SPERRY VICKERS I-286-S y M-2950-S

CINCINNATI MILACRON:

P-68 (ISO VG 32); P-69 (ISO VG 68); P-70 (ISO VG 46)

DIN 51524 Parte 2 Categoría HLP

DIN 51517 Parte 3 Categoría CLP

AFNOR NF-E-48 603 Categoría HM

CETOP RP 91 H Categoría HM

Beneficios / Ventajas

- Los fluidos hidráulicos **RENOLIN B** están formulados con aceites minerales parafínicos de alto grado de refinado y aditivos antidesgaste de alta estabilidad térmica.
- Poseen elevado índice de viscosidad y, por lo tanto, poca variación de la viscosidad con la temperatura.
- Su alto punto de anilina les hace compatibles con prácticamente todas las gomas empleadas en las juntas y retenes de los circuitos hidráulicos.
- Contienen inhibidores de corrosión de metales.
- Excelentes propiedades antidesgaste.
- Gran estabilidad a la oxidación.
- Superan los requerimientos de filtrabilidad Denison incluso con un 2% de agua. Esto evita la súbita colmatación de los filtros del sistema y los problemas de colmatación derivados.



FLES-AM/03.06

INFORMACIÓN TÉCNICA



Valores Típicos: RENOLIN B

Características	Unidad	Valor						Norma
RENOLIN B		5	10	15	20	30	40	
Tipo de aceite hidráulico		HLP22	HLP32	HLP46	HLP68	HLP100	HLP150	DIN 51524 Part.2
Viscosidad cinemática								
0°C	mm²/sg(cSt)	190	350	600	1150	1700	--	DIN 51550/51652
40°C	mm²/sg(cSt)	23,1	34	49	74	105	150	DIN 51550/51652
50°C	mm²/sg(cSt)	16	23	32	46	64	87	DIN 51550/51652
100°C	mm²/sg(cSt)	4,5	5,8	7,2	9,4	11,5	14,8	DIN 51550/51652
Índice de viscosidad		103	107	110	103	100	100	DIN 51564
Densidad a 15°C		0,866	0,875	0,880	0,885	0,890	0,902	DIN 51757
Punto de inflamación	°C	210	212	215	230	230	230	DIN 51376
Punto congelación	°C			-24				DIN 51597
Índice neutralización	mg KOH/G			0,75 – 0,85				DIN 51558 Parte 1
Cenizas sulfatadas	g/100 g			0,55				DIN 51575
Contenido en agua	g/100 g			No se aprecia				DIN 51582
Contenido en mat. insolubles	g/100 g			No se aprecia				DIN 51592
Desemulsión agua	min	20	15	15	20	25	25	DIN 51599
Formación de espuma: de inmediato después de 10 min.	ml ml			Inapreciable Inapreciable				DIN 51566 DIN 51566
Corrosión cobre	grado			1-100 A3				DIN 51759
Corrosión acero	grado			0-A				DIN 51585
Aumento viscosidad	%	1	0	0	2	3	3	DIN 51586
Índice precipitación	ml			0,5				DIN 51586
Ensayo FZG	grado			10				DIN 51354
Modificación peso después del trabajo	mg/kwh			0,15				
Ensayo Vicker Bomba paletas pérdida total. Después de 250 h.	mg			50				DIN 51389 Parte 2
Comportamiento frente a SRE-NBR 1-100 °C + 10 °C durante 7 días. Modificación relativa de volumen	%	+5	+4	+4	+4	+4	+4	
Modificación de la dureza shore	shore			±1				



La información contenida en este folleto es, según nuestro criterio correcta. No obstante, como las condiciones en las que se usan estos productos caen fuera de nuestro control, no podemos responsabilizarnos de las consecuencias de su utilización. Los valores proporcionados son valores promedios y cualquier pequeña diferencia es debida a las fluctuaciones propias del método de fabricación.

FUCHS LUBRICANTES, S.A.U.
C/ Ferralla, 27
Polígono Industrial San Vicente
08755 Castellbisbal (Barcelona)
www.fuchs.es

DAC. DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN AL CLIENTE
GESTIÓN PEDIDOS
Tel.: 902 21 71 71
Fax : 937 730 293/297
e-mail: dac@fuchs-oil.com

ASISTENCIA TÉCNICA
Tel.: 937 730 267
Fax : 937 730 296
e-mail: fuchs.solutions@fuchs-oil.com

RENOLIN B (continuación)

Modo de Empleo

El producto es compatible con los fluidos hidráulicos de base mineral más usuales. Sin embargo, a efectos de apreciar mejor las altas cualidades del mismo los circuitos deben estar completamente limpios antes de efectuar su llenado. Para ello recomendamos realizar la limpieza con RENOCLEAN HISPOL.

Deberá llenarse el depósito de aceite con RENOCLEAN HISPOL y accionar la bomba y los mandos durante aproximadamente 1-2 horas sin trabajar la máquina.

Vaciar el RENOCLEAN HISPOL y llenar seguidamente con el fluido **RENOLIN B** adecuado. Transcurridos unos diez minutos de trabajo de la máquina comprobar el nivel de aceite.

Cuando la máquina este muy sucia, es conveniente efectuar dos operaciones sucesivas de limpieza.

Si las condiciones operativas de sistemas hidráulicos no son muy severas existe la opción de vaciar y trabajar simplemente durante 48 horas con el fluido hidráulico limpiador RENOLIN LD-10 que posee propiedades antidesgaste. Solicitar ficha técnica específica del RENOLIN LD-10.

Salud, Seguridad y Medioambiente (HSE)

La información relevante relativa a HSE está contenida en la Ficha de Seguridad.

Recomendamos su lectura antes de la utilización del producto.

ANEXO F

PRÁCTICAS DE OLEOHIDRÁULICA



Sistemas Oleohidráulicos

PRÁCTICA 1

RECONOCIMIENTO, DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL BANCO HIDRÁULICO

Objetivo

Identificar los distintos componentes del banco hidráulico, su funcionamiento y cómo operar de manera segura el equipo.

Introducción

Los principios básicos de los fluidos vienen desde los estudios realizados por Pascal y la invención del pistón, cuando se hace referencia a la hidráulica estamos hablando de una tecnología o estudio de presión y flujo de un líquido por ejemplo agua o aceite. Debido a que estos tipos de fluidos no son muy compresibles es que se puede transferir y multiplicar fuerzas, en la industria los sistemas hidráulicos proporciona grandes ventajas ya que con la potencia hidráulica, muy poca energía es requerida para controlar y transmitir grandes cantidades de energía.

Con la realización de esta guía el estudiante demostrará su capacidad para: identificar distintos componentes con su respectiva función y la descripción técnica de circuitos hidráulicos sencillos.

1. Recomendaciones

- Siga las indicaciones del docente y las normas para el uso del laboratorio y del banco hidráulico didáctico.
- Lea con anticipación la guía y realice las consultas teóricas que forman parte del informe final.

2. Equipo

El banco hidráulico didáctico consta de una superficie de trabajo o panel principal para sujeción de componentes e instrumentos de hidráulica, una fuente de alimentación y mangueras.



Para el reconocimiento de los distintos componentes asegúrese antes que la fuente de alimentación esté apagada y el cable de alimentación desenchufado de la toma corriente.

3. Consulta teórica

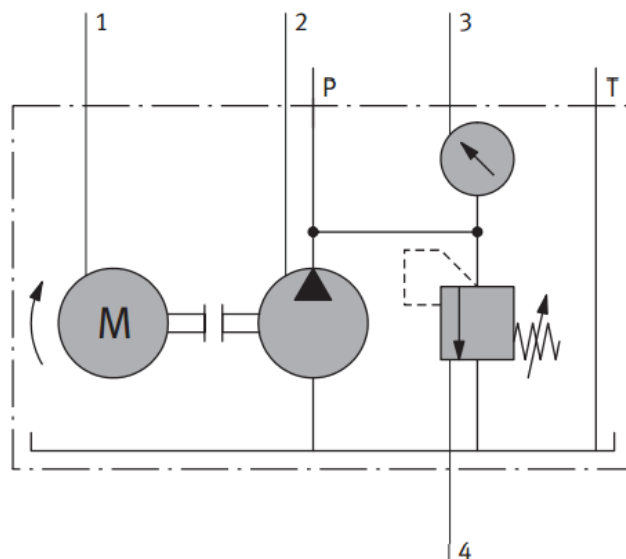
Realizar una consulta en fuentes como libros, manuales o artículos de internet sobre:

- Principios de hidráulica
- Circuitos hidráulicos
- Simbología de hidráulica
- Norma UNE-101 149 86 (ISO 1219-1 / ISO 1219-2) sobre simbología de esquemas hidráulicos específicamente.

4. Procedimiento

Identificación de los componentes del equipo didáctico

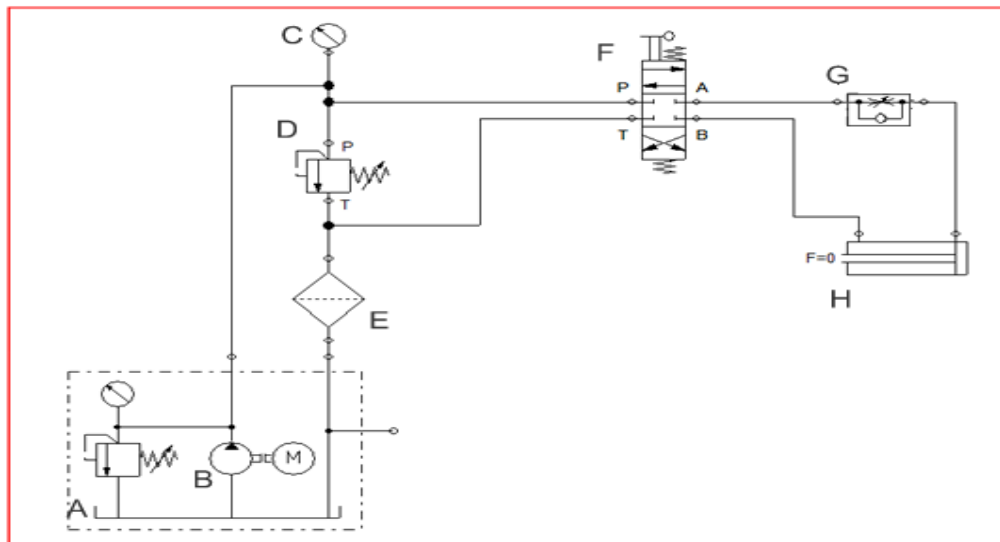
- Inspeccione su fuente de alimentación hidráulica identificando los diferentes componentes de la unidad, escribiendo los nombres apropiados en los espacios en blanco de la siguiente figura.



1. -----
2. -----
3. -----
4. -----



- Examine las diferentes válvulas con las que cuenta el banco hidráulico y proceda a hacer un listado de las mismas indicando el nombre, función, número de entradas-salidas y el símbolo asociado a cada componente según la norma ISO 1219-1, para la representación gráfica de sistemas hidráulicos.
- Realice el mismo procedimiento del punto (b) para elementos de medición ya sean manómetros, medidores de caudal etc.
- Analizar el diagrama mostrado a continuación e identificar cada símbolo que está referenciado con una letra.



A.	E.
B.	F.
C.	G.
D.	H.

- Describa paso a paso, el funcionamiento del sistema hidráulico mostrado anteriormente.

Informe final

El informe final se entregará en grupos de dos o tres estudiantes y deberá contener:

- Nombre de la practica
- Objetivos
- Introducción
- Marco teórico relacionado con el numeral 3 de esta guía
- Solución del punto 4
- Conclusiones
- Bibliografía



FUENTES DE CONSULTA

CREUS, Antoni. Neumática e Hidráulica, Primera Edición. Alfaomega Grupo editorial, S.A.

LORIA. Martínez, Manuel. Sistemas hidráulicos y neumáticos. Disponible en: <http://electricidad.utpuebla.edu.mx/Manuales%20de%20asignatura/4to%20cuatrimestre/Sistema%20hidraulicos%20y%20neumaticos.pdf>

Manual fundamentos básicos de sistemas hidráulicos. Disponible en: < <https://docs.google.com/file/d/0B1WvXuSVyhHqZXJhaXhFYlpsdWs/edit?pli=1> >

Manual del estudiante. Introducción técnica. Curso Hidráulica I y II. Ferreyros S.A.A. 2001. [En línea]. Disponible en: < <http://www.ceduc.cl/aula/lebu/materiales/IC/IC-410/MANUAL%20DEL%20ESTUDIANTE%20HIDRAULICO.pdf> >. FESA - DSBE0001-02.



Sistemas Oleohidráulicos

PRÁCTICA 2

Circuito de accionamiento de un cilindro con electroválvula 4/3 y regulación de presión mediante válvula de alivio para el proceso de troquelado

Objetivo

Diseño e implementación de un circuito básico de accionamiento de cilindros con válvula de alivio para el control de presión.

Introducción

Esencialmente un sistema hidráulico comprende la producción, transmisión y control de energía hidráulica, utilizando aceite como fluido. Se suministra energía al aceite, por lo general en forma de presión, mediante bombas, y se conduce a través de tuberías hasta motores o cilindros hidráulicos que se encargan de transformar la energía en trabajo.

En los circuitos hidráulicos el flujo es producido por la acción de una bomba, la cual constantemente descarga el aceite a cierta razón de flujo, esta presión no es creada por la bomba como tal, sino por la resistencia del flujo de aceite. Cuando el aceite fluye sin resistencia a través de un circuito hidráulico, la presión en este circuito es teóricamente cero y cuando el flujo es frenado la presión del circuito aumenta a una cantidad necesaria para seguir la trayectoria más fácilmente.

Las válvulas de control de presión controlan el máximo del nivel de presión, ya sea en la línea de la bomba o en alguna de las líneas de conexión. Las válvulas de alivio limitan el nivel de presión máxima que puede generarse en el sistema. Se mantiene cerrada durante los periodos de operación si la presión es menor al valor máximo permitido en el circuito, pero se abre para darle una ruta de escape al aceite hacia el depósito de aceite si la presión se eleva demasiado alto debido a una sobrecarga que se crea en el sistema.

El desarrollo de esta práctica permitirá que los estudiantes adquieran destrezas a la hora de implementar circuitos hidráulicos, ya que podrán manipular cada uno de los componentes, entendiendo con más claridad cómo funcionan estos y cómo son conectados entre sí para generar el accionamiento de un actuador.

Equipo

Banco hidráulico didáctico el cual consta de una superficie de trabajo o panel principal para sujeción de componentes e instrumentos de hidráulica, una fuente de alimentación y mangueras.



Materiales

- Una electroválvula direccional 4/3
- Una válvula de alivio
- Un cilindro de doble efecto, referencia HCA-140-32-200
- Un manómetro
- Colectores fijos de distribución
- Mangueras
- Módulo de control (Relés, contactores y pulsadores)

Procedimiento

1. Realice un pequeño marco teórico relacionado con el diseño de sistemas hidráulicos, electrohidráulicos e implementación de estos mismos mediante el programa FluidSIM H.
2. El proceso de troquelado es un método sencillo para trabajar láminas metálicas por medio de un troquel y una prensa. El troquel determina la forma y el tamaño de la pieza final, mientras que la prensa suministra la fuerza necesaria para realizar ya sea el corte, perforado, embutido o estampado sobre el material de trabajo.

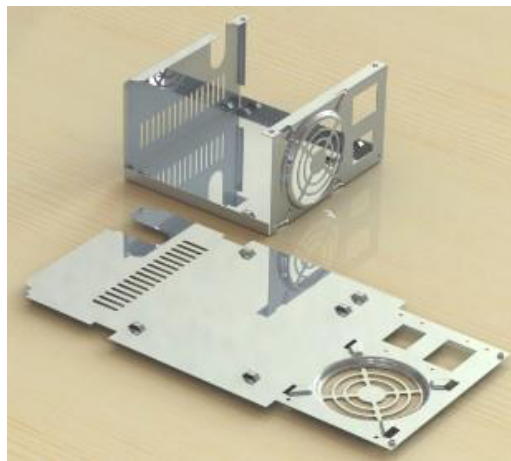


Imagen 1. Troquelado de lámina delgada metálica.

En la imagen 1. Se puede apreciar los diferentes trabajos que se pueden realizar en láminas metálicas con la utilización del proceso de troquelado.

Para el accionamiento del cilindro hidráulico de doble efecto que genera la fuerza de cierre de la prensa, se deberá diseñar el sistema oleohidráulico que suministre la presión y el caudal necesario para el correcto funcionamiento de la máquina de troquelado que se muestra en la imagen 2.

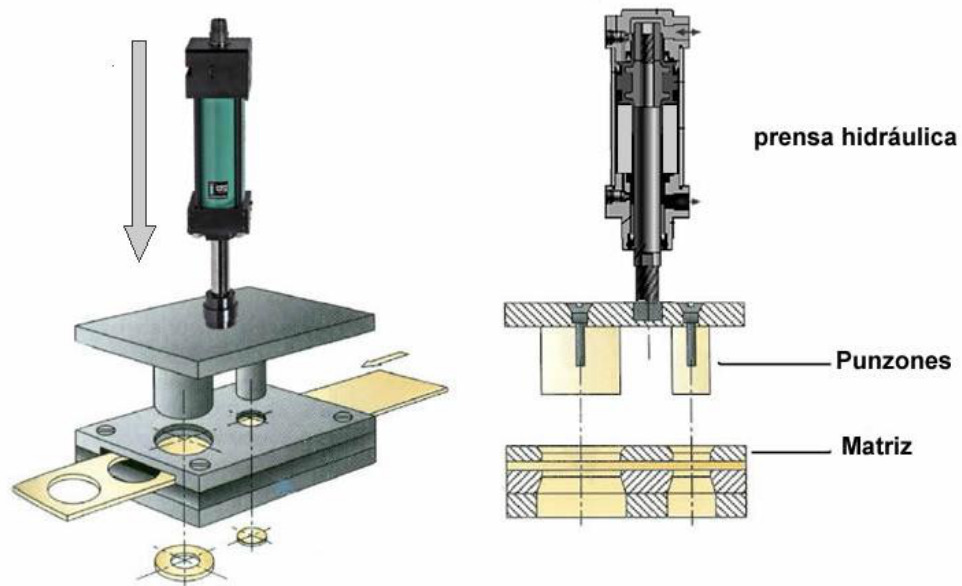


Imagen 2. Proceso de troquelado hidráulico.

Fuente: Autor

El material a troquelar es una lámina plana de aluminio de 2 mm de espesor por 40 mm de ancho. Con base en los diámetros de los punzones que son de 30 mm y 10 mm proceda a calcular la fuerza necesaria que deberá suministrar el cilindro de la prensa hidráulica para realizar los cortes. Tenga en cuenta las propiedades mecánicas del material como el esfuerzo de ruptura a la hora de realizar sus cálculos.

Con base en la fuerza de corte calculada y las especificaciones técnicas del cilindro proceda a calcular la presión mínima que deberá suministrar la unidad hidráulica.

3. Con la ayuda del Software FluidSIM Hidráulica, implemente y describa el funcionamiento del siguiente sistema de accionamiento para el cilindro de doble efecto de la máquina de troquelado de la imagen 3. El programa le permitirá simular el funcionamiento del sistema de forma manual, pero la manera adecuada de hacerlo es mediante la energización de los solenoides.



SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO

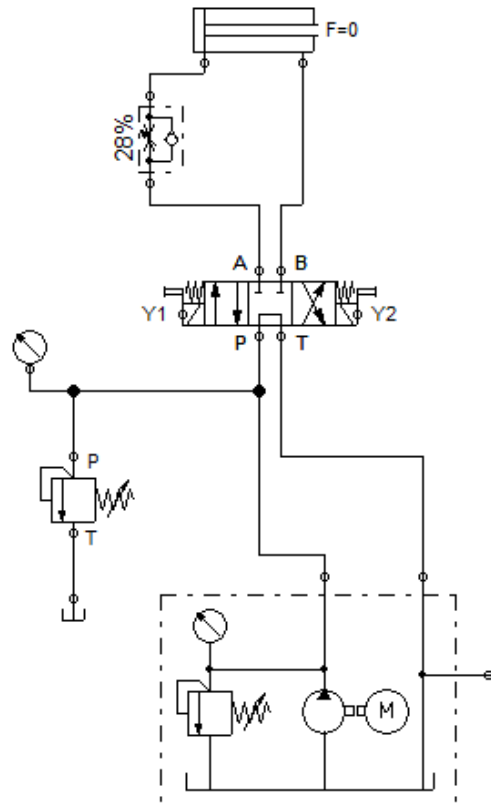


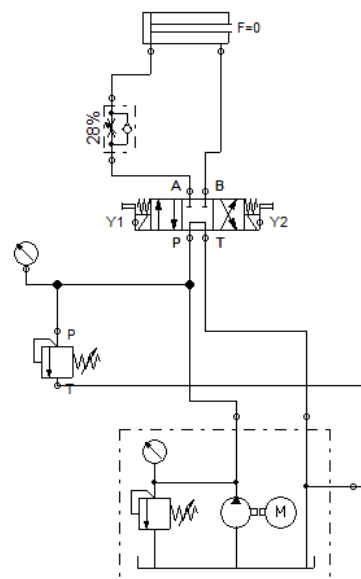
Imagen 3. Sistema de accionamiento de un cilindro hidraulico de doble efecto.

Fuente: Autor

4. Cuando se utiliza una válvula direccional de accionamiento eléctrico por bobinas, es necesario implementar un circuito de control. Con base en la consulta realizada sobre sistemas electrohidráulicos, proponga un circuito de accionamiento sencillo para el ejercicio anterior indicando que componentes eléctricos se requieren.
5. A continuación, se propone un circuito de control de accionamiento por pulsadores, bobinas y contactores energizados a 24 voltios DC. Analice el circuito eléctrico de control de la imagen 4, describa su funcionamiento e impleméntelo en el programa FluidSIM.



SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO



CIRCUITO ELECTRICO

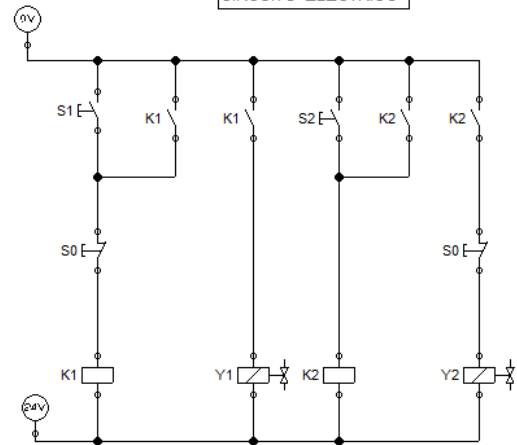
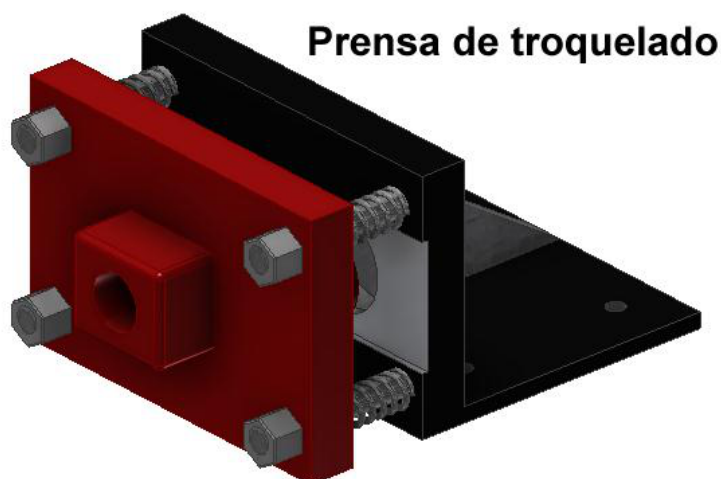


Imagen 4. Circuito de control electrico por pulsadores

6. Realice el montaje propuesto anteriormente en el banco de trabajo teniendo en cuenta las indicaciones del docente para su propia seguridad y la de sus compañeros. Asegúrese de observar que efectivamente la fuente de alimentación esté apagada y preferiblemente desenchufada.

Sujete perfectamente y en forma alineada tanto cilindro como la prensa de troquelado que se muestra en la imagen 5 al tablero de trabajo del banco de oleohidráulica.



Prensa de troquelado

Imagen 5. Prensa a sujetar en el tablero para el proceso de troquelado

Fuente: Autor



Con el montaje ya listo antes de encender la fuente de alimentación hidráulica, realice el siguiente procedimiento:

- Asegúrese que las mangueras estén firmemente conectadas.
- Verifique el nivel de aceite en el depósito. En caso de no ser el adecuado informe al encargado del laboratorio o al docente para que agreguen aceite si así se requiere.
- Utilice lentes de seguridad.
- Asegúrese de que el interruptor de energía de la fuente de alimentación hidráulica este ajustado en la posición OFF (apagado).
- Realice las conexiones del circuito de control sobre el tablero de componentes eléctricos. El docente encargado revisara las conexiones y dará el visto bueno.
- Conecte el cable de la fuente de alimentación hidráulica en la salida de CA.
- Abra la válvula de alivio completamente, girando su perilla de ajuste totalmente hacia el sentido de las manecillas del reloj.

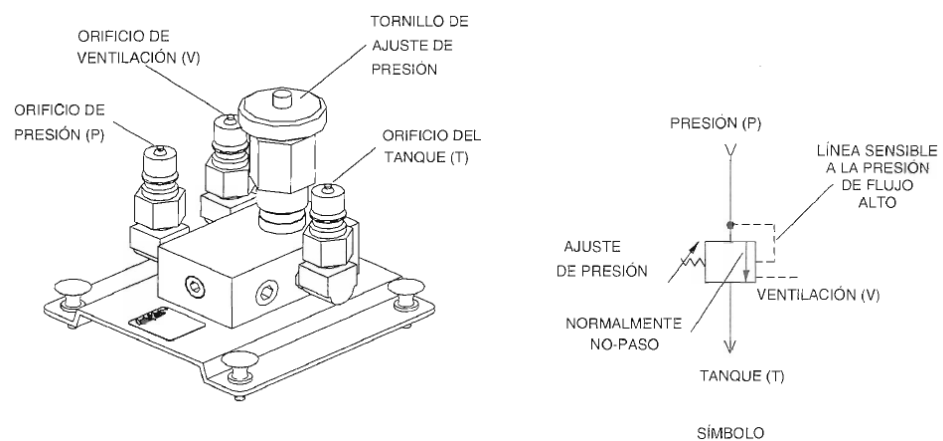


Imagen 6. Válvula de alivio o reguladora de presión.

- Encienda la fuente de alimentación hidráulica.
- Gire la perilla de ajuste de la válvula de alivio en el sentido de las manecillas del reloj, hasta que el manómetro tenga una lectura de 20 bares o 290 Psi.
- Asegúrese que el vástago del cilindro este libre o sin obstáculos con los que pueda chocar.
- Encienda la fuente de alimentación del circuito de control.
- Oprima el pulsador de avance S1, que energiza la bobina asociada al contacto K1, haciendo que este se cierre permitiendo el flujo de corriente hacia el solenoide Y1 de la electroválvula direccional.



- Cuando el cilindro este completamente extendido, oprima el pulsador S0 para desenergizar el circuito.
- Para retraer el pistón del cilindro oprima el pulsador S2.

Ya realizados los pasos anteriores de respuesta a las siguientes preguntas:

- a) Mientras observa la lectura del manómetro, oprima el pulsador S1, para extender el vástago del cilindro.

¿Cuál es la presión del manómetro durante la carrera de extensión del vástago?

Presión = _____ Bares ó _____ Psi

- b) ¿Cuál es la presión en el manómetro cuando el cilindro está completamente extendido?

Presión = _____ Bares ó _____ Psi

Oprima S0 y S2 para retraer el vástago del cilindro. Gire la perilla de ajuste de la válvula de alivio en el sentido de las manecillas del reloj hasta que el manómetro tenga una lectura cercana a la presión calculada en el punto 2 de la guía. Verifique si el valor calculado es el suficiente para general el corte en el material, de lo contrario incremente lentamente la presión del sistema hasta que la prensa logre traspasar el material de aluminio.

- c) Mientras observa la lectura del manómetro, energice de nuevo el solenoide Y1 para extender el vástago del cilindro.

¿Cuál es la presión del manómetro durante la carrera de extensión del vástago?

Presión = _____ Bares ó _____ Psi

- d) ¿Cuál es la presión en el manómetro cuando el cilindro está completamente extendido?

Presión = _____ Bares ó _____ Psi

Regrese de nuevo la electroválvula a su posición central oprimiendo S0, para retraer el vástago del cilindro. Desactive la fuente de alimentación hidráulica y la fuente del circuito de control. Abra completamente la válvula de alivio, girando la perilla de ajuste totalmente al sentido contrario al de las manecillas del reloj.



- e) Explique la razón por lo que las presiones registradas durante la extensión del cilindro son casi idénticas, en los dos ajustes de presión de la válvula de alivio.
- f) ¿Porque la presión del cilindro aumenta cuando el vástago está completamente extendido?
- g) ¿Cuál es el propósito de la válvula de alivio?
- h) ¿Defina el término presión de apertura?

Informe final

El informe final se entregara en grupos de dos o tres estudiantes y debera contener:

- Nombre de la practica
- Objetivos
- Introducción
- Marco teórico relacionado con el numeral 1 de esta guía
- Solución del numeral 2, 3, 4 y 5 parte practica
- Conclusiones
- Bibliografía

REFERENCIAS

CREUS. Antonio. Neumática e hidráulica. Editorial Marcombo S.A. Barcelona España, 2009. ISBN: 84-267-1420-X.

PELÀEZ. Jesús. GARCÍA. Esteban. Neumática industrial. Diseño, selección y estudio de elementos neumáticos. Editorial Dossat 2000 S.L. Madrid España, 2002. ISBN: 84-95312-00-0.

MORENO. Armandoz Javier, MODELO. Belén, PELLEJERO. Idia. Sistemas neumáticos y oleohidráulicos. 2007. [En línea]. Disponible en: < <http://es.scribd.com/doc/111318464/17/VALVULAS-HIDRAULICAS-Y-ACCESORIOS> >. Página 18. [Consulta: 1 de diciembre de 2013].



Sistemas Oleohidráulicos

PRÁCTICA 3

Automatización de proceso de estampado y doblado de placas metálicas mediante la secuencia de accionamiento de cilindros hidráulicos con finales de carrera

Objetivo

Diseño e implementación de circuitos electrohidráulicos de secuencia semiautomática utilizando finales de carrera.

Introducción

La electrohidráulica en la automatización de procesos es muy útil ya que permite hacer el control de secuencias continuas, mediante la implementación de dispositivos electrónicos. La hidráulica transfiere energía y controla los movimientos en una máquina, transmitiendo un flujo de aceite con elevada fuerza y presión, la electrohidráulica tiene la ventaja de mejorar el control en la rapidez de los movimientos haciéndolos más suaves y precisos.

La manera más práctica de lograr una secuencia de accionamiento de un grupo de cilindros es por medio de sensores de posición o contacto, como es el caso de los finales de carrera. Cuando un final de carrera es activado por el contacto directo con el cilindro, se está enviando una señal al sistema de control, en este caso una señal de continuidad en el flujo de corriente, es decir tiene la misma función que un contacto que es la de abrir o cerrar un circuito.

Los finales de carrera pueden ser eléctricos, neumáticos o mecánicos y como su nombre lo indica se sitúan al final del recorrido de un objeto en movimiento. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos o cerrados, así como también conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados.

Al ser una secuencia de accionamiento, los circuitos de control serán más robustos y complejos dependiendo del número de actuadores y del orden de activación, en este caso como sólo se cuenta con dos cilindros los montajes serán lo más prácticos posibles.

Equipo

Banco hidráulico didáctico el cual consta de una superficie de trabajo o panel principal para sujeción de componentes e instrumentos de hidráulica, una fuente de alimentación y mangueras.



Materiales

- Una electroválvula direccional 4/3
- Una electroválvula direccional 4/2
- Una válvula limitadora de presión
- Dos cilindros de doble efecto
- Un manómetro
- Colectores fijos de distribución
- Mangueras de acople rápido
- Cuatro finales de carrera eléctricos
- Fuente de 24 voltios DC
- Módulo de control (Relés, contactores y pulsadores)
- Soporte para piezas a estampar
- Soportes para doblado de lamina plana.

Procedimiento

1. Realice una breve consulta sobre secuencias de accionamiento de cilindros, diagramas de fase, características de finales de carrera eléctricos y diseño de circuitos de control eléctricos.
2. El primer sistema electrohidráulico a montar consiste en el accionamiento de un cilindro de doble efecto en una secuencia A+A- , utilizando dos finales de carrera. Este ejercicio permitirá al estudiante familiarizarse con los componentes eléctricos de control y comprender su funcionamiento.

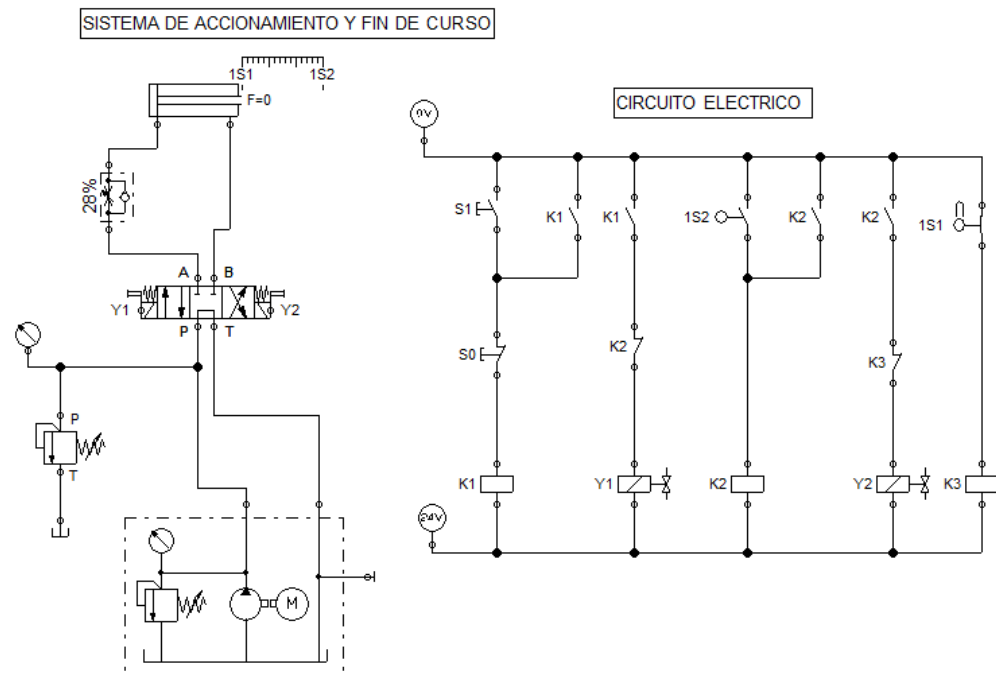


Imagen 1. Accionamiento de un cilindro hidráulico mediante circuito eléctrico.
Fuente: Autor

Como se puede ver en la imagen 1, el sistema electrohidráulico es simple, utiliza una electroválvula direccional de solenoide en sus dos extremos, identificados como Y1 y Y2, los finales de carrera corresponden a 1S1 y 1S2.

El circuito de control es muy parecido a los trabajados en la practica 2, el final de carrera 1S2 al ser accionado por el vástago del cilindro, energiza de forma inmediata la bobina K2, la cual a su vez cierra el contacto K2 que energiza el solenoide Y2 permitiendo así que el cilindro se regrese. La función del fin de curso 1S1 es accionar la bobina K3 y abrir los contactos que mantienen la energización del solenoide Y2.

3. Realice el montaje en el banco didáctico del sistema descrito en el punto dos, recuerde seguir los parámetros de seguridad antes de realizar el montaje y revisar cuidadosamente las conexiones del circuito de control antes de energizar el sistema.
4. El proceso de estampado consiste en plasmar sobre una superficie la forma de un molde o sello de estampación. La imagen 2, corresponde a un esquema básico de una maquina estampadora que consta de dos cilindros hidráulicos denominados con las letras A y B, que permiten la sujeción de una pieza para posteriormente mediante presión estampar una forma, figura o código de referencia del producto. El control del proceso se logra gracias a la utilización de sensores de posición, específicamente finales de carrera eléctricos situados al inicio y final del recorrido de cada uno de los cilindros los cuales mediante un circuito eléctrico dan la orden de activación de cada una de las fases que conforman el proceso.

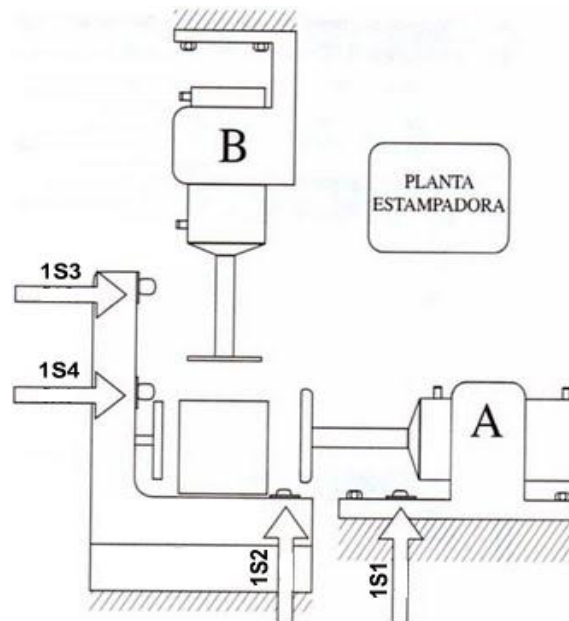


Imagen 2. Proceso de estampado por medio de cilindros hidráulicos.

EL siguiente diagrama de secuencias corresponde al accionamiento de los dos cilindros referenciados con la letra A y B, estos diagramas son de gran ayuda para determinar el número de fases necesarias para llevar a cabo una secuencia por completo, además de indicar el estado de los actuadores en cada una de las fases.

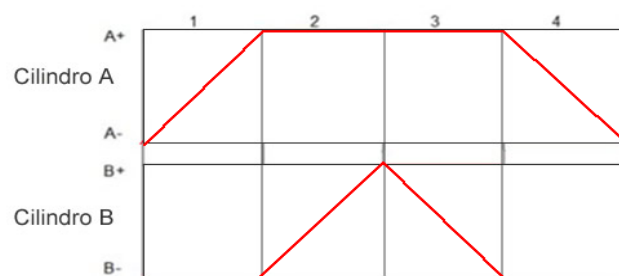


Imagen 3. Diagrama de secuencia para el sistema hidráulico de estampado.

Fuente: Autor

El diagrama de la imagen 3, indica el orden de salida y regreso de cada cilindro, primero debe ser accionado el cilindro A y cuando termine su recorrido activa la salida del cilindro B, el cual hace su recorrido de avance y se regresa a posición inicial, cuando esta acción finaliza se debe generar la activación de regreso del cilindro A.

En FluidSIM monte en sistema electrohidráulico de la imagen 4, que corresponde al mecanismo hidráulico de la máquina de estampado, compruebe su funcionamiento con el accionamiento del circuito de control eléctrico de la imagen 5, luego realice el montaje en el banco hidráulico del laboratorio.

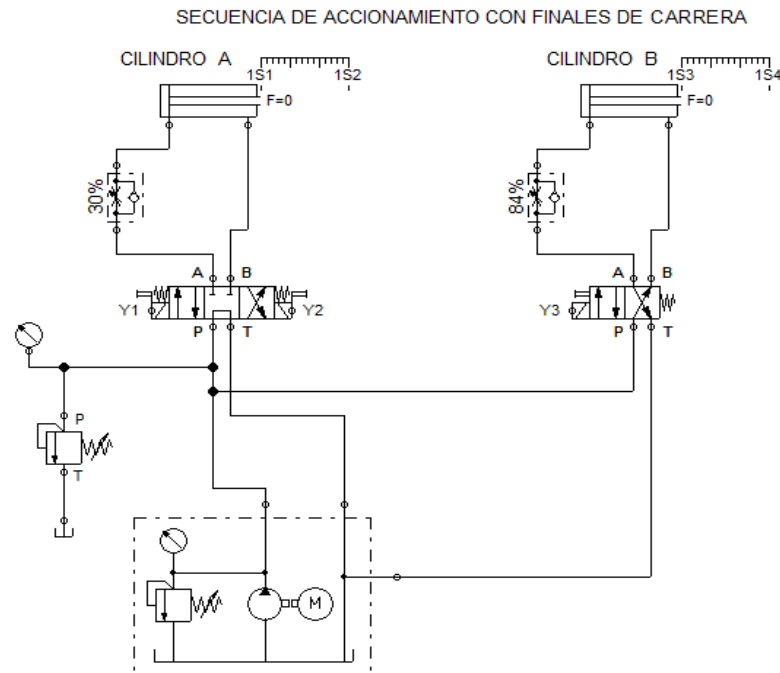


Imagen 4. Sistema hidráulico para el proceso de estampado

Fuente: Autor

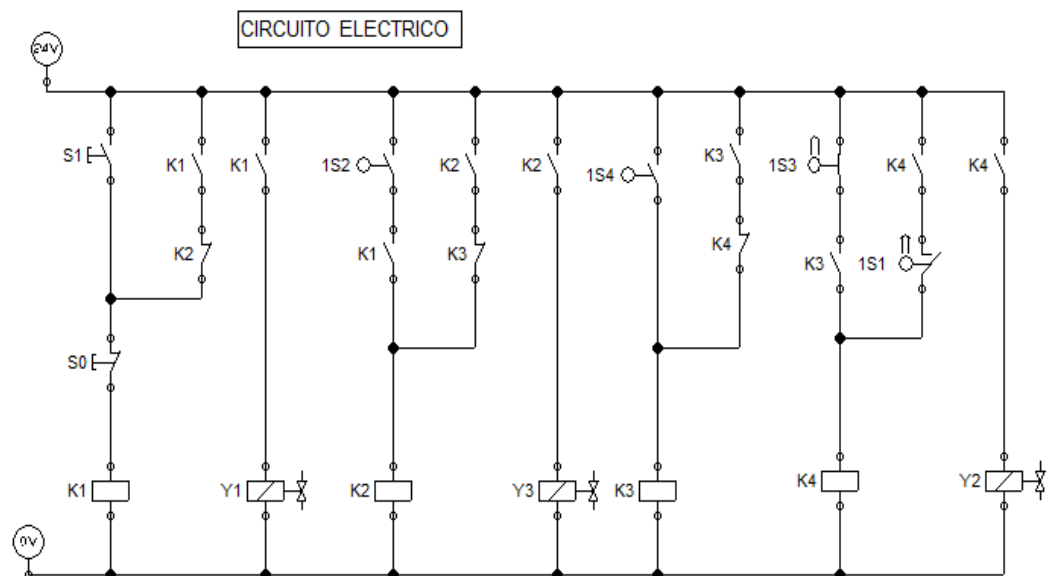


Imagen 5. Esquema eléctrico para el control de la máquina de estampado.

Fuente: Autor



La imagen 6 corresponde a la base para la sujeción de las piezas a estampar, instale correctamente este elemento en alineación con el cilindro que sujetara el bloque a ser estampado.

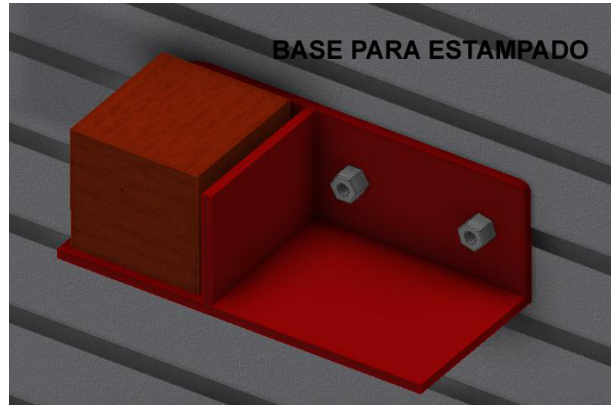


Imagen 6. Soporte de piezas para estampado.

Regule la válvula (VLP) a 30 bares y oprima el botón de inicio del circuito eléctrico. Procesada a variar la velocidad de desplazamiento de los cilindros con la regulación de la válvula limitadora de caudal, observe el manómetro para ver si se presenta aumento en la presión del sistema, tome datos si es necesario.

5. Proceda a realizar el diseño de un sistema oleohidráulico para una maquina dobladora de listones metálicos. Deberá entregar el plano del sistema hidráulico y el esquema eléctrico de potencia y control.

En la imagen 6, podrá observar el mecanismo que consta de dos cilindros hidráulicos, implemente la utilización de finales de carrera para lograr la automatización del proceso.

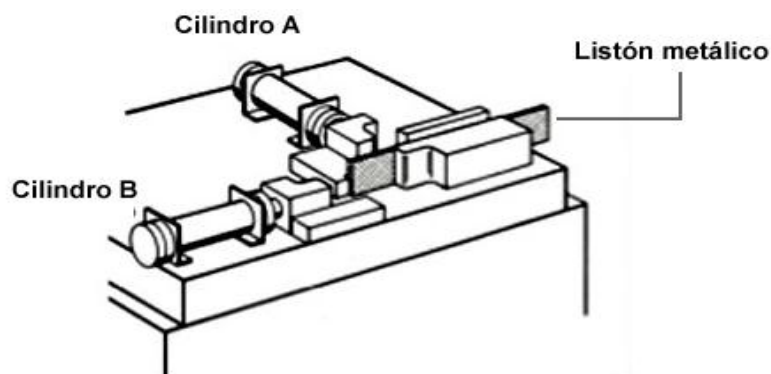


Imagen 6. Mecanismo hidráulico para el doblado de listones metálicos.

El diagrama de secuencia de la imagen 7, corresponde al orden de salida y entrada de los cilindros. Asegúrese de hacer la secuencia tal y como se indica ya que un error podría generar daños en los vástagos de los actuadores.

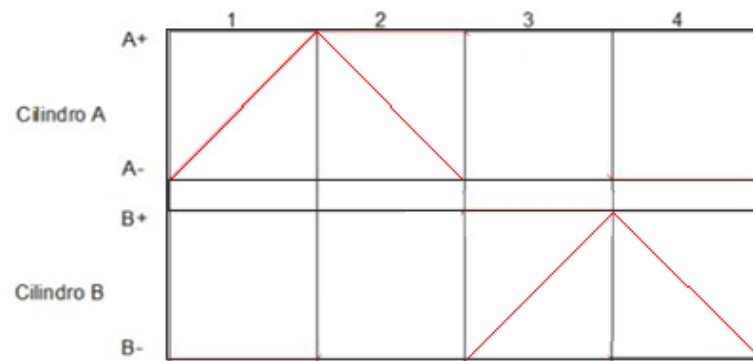


Imagen 7. Diagrama de secuencia de accionamiento para el mecanismo de doblado de listones metálicos.

Fuente: Autor

Realice el montaje del sistema hidráulico que ha diseñado en el banco didáctico y asegúrese de colocar de forma adecuada tanto los cilindros, finales de carrera y el soporte para el doblado de láminas de aluminio de 3 mm de espesor y 50 mm de ancho que se muestra en la imagen 8. Recuerde calcular la presión necesaria que debe suministrar la unidad hidráulica para poder generar el doble del material.



Imagen 8. Soporte de sujeción al tablero para doblado de láminas metálicas.

6. Describa un proceso industrial real en el que se utilicen como mínimo tres cilindros hidráulicos. Con base en el proceso realice:
 - a. Diagrama de fases de los cilindros.
 - b. Diseño del plano electrohidráulico.
 - c. Diseño del circuito de potencia y control.

Informe final

El informe final se entregara en grupos de dos o tres estudiantes y debera contener:

- Nombre de la practica



- Objetivos
- Introducción
- Marco teórico relacionado con el numeral 1 de esta guía
- Solución del numera 2 al 6 correspondiente a la parte practica
- Descripción de procesos realizados en el banco hidráulico, tome fotos como material visual.
- Conclusiones
- Bibliografía

REFERENCIAS

PELÀEZ. Jesús. GARCÍA. Esteban. Neumática industrial. Diseño, selección y estudio de elementos neumáticos. Editorial Dossat 2000 S.L. Madrid España, 2002. ISBN: 84-95312-00-0.

CREUS. Antonio. Neumática e hidráulica. Editorial Marcombo S.A. Barcelona España, 2009. ISBN: 84-267-1420-X.