

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Diseño de una prensa neumática para la elaboración de ensambles de perillas de cocina en la empresa TEXTICOM CIA. LTDA.

Daniel Cárdenas Serrano

Universidad Internacional SEK

Nota de Autor

Daniel Cárdenas Serrano, Facultad de Arquitectura e Ingeniería, Universidad Internacional SEK; Director: Ing. Paolo Salazar.

Cualquier correspondencia concerniente a este trabajo puede dirigirse a:
danielcardenas.s@outlook.com

Declaración Juramentada

Yo, Daniel Cárdenas Serrano, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado por ningún grado y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el documento.

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK Y A LA EMPRESA TEXTICOM, a las cuales cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por normativa institucional vigente.

Daniel Cárdenas Serrano.
CI: 1719007245

Agradecimientos

A mí querida madre, Consuelo por estar junto a mí en los momentos más difíciles, por sus consejos, su esfuerzo y sobre todo por su amor.

A mi hermana, Mariana por su ayuda incondicional y por su inigualable cariño, fue el ingrediente perfecto para poder alcanzar esta dichosa y muy merecida victoria en la vida. Eres mi inspiración y mi motivación

A mi padre que me impulsó a seguir adelante a pesar de los obstáculos y me enseñó que la paciencia es la mejor virtud.

A mi novia, Kaly, por llenarme de alegría siendo ella la motivación en mi vida encaminada al éxito.

A mis profesores de la facultad por sus enseñanzas, y consejos.

A Paolo Salazar por su confianza, y dirección para el desarrollo de la presente tesis de grado.

A la empresa Texticom Cía Ltda. por la confianza brindada para este proyecto de muy alta responsabilidad.

A la mejor carrera, INGENIERÍA MECÁNICA por formarme como profesional

Dedicatoria

A Consuelo Serrano O. y Mariana Serrano

O. mis pilares fundamentales en la vida.

“El logro es mío pero el éxito es nuestro, hermana”

La ayuda que me has brindado ha formado

bases de gran importancia, ahora soy

consciente de eso...

Muchas gracias Padre.

A mi novia, amigos y compañeros.

Contenido

Índice de figuras	7
Índice de tablas	7
Glosario	8
Resumen	9
Abstract.....	10
Abreviaturas.....	11
Introducción.....	12
Importancia del problema.....	12
Objetivos.....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos	13
Justificación.....	14
Definición del problema	16
Estudio del arte	16
Solidworks.....	17
Método.....	18
Diseño mecánico.....	18
Tipos de ensambles mecánicos.....	18
Ajuste o ensamble a presión	18
La Prensa	19
Clasificación de las prensas.....	21
Prensa Neumática	22
Ventajas y desventajas de las prensas neumáticas.....	22
Fundamentos teóricos	23
Etapas del Diseño Estructural.....	23
Parámetros de trabajo	24
Análisis de acciones.....	24
Análisis estructural	25
Idealización de la estructura	25
Dimensionamiento.....	25
Calculo Estructural	25
Diseño del Bastidor	26
Criterio de Comparación	26
Dimensionamiento.....	27
Cálculo de la capacidad de una prensa	27

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Presión de trabajo	29
Parámetros iniciales	30
Diseño	32
Software de diseño	32
Método de elementos finitos.....	33
Ansys	33
Ansys Workbench	34
Ansys mecánico.....	34
Cálculo de fuerzas mediante software	35
Resultados de la simulación	35
Cálculos	38
Componentes neumáticos - tubería requerida	40
Componentes del circuito	40
Selección de componentes.....	41
Selección de material base estructural.....	41
Selección de material para pasadores y ejes	42
Selección del compresor generador	43
Diseño electrónico	44
Automatización.....	44
Objetivos de la automatización en la prensa neumática	44
PLC (Programmable Logic Controller)	45
Método.....	45
Actuadores	46
Selección de cilindros neumáticos.....	46
Diagrama eléctrico.....	47
Conexión Neumática	47
Diseño de software	48
Diagrama de estado	48
Diagramas de escalera	48
Resultados.....	55
Implementando la prensa neumática	56
Discusión	58
Conclusiones.....	58
Recomendaciones	59
Referencias bibliográficas	60
Anexos.....	62

Índice de figuras

Figura 1. Condiciones de trabajo	14
Figura 2. Proceso de ensamble del aplique-perilla	19
Figura 3. Esquema de una prensa	20
Figura 4. Prensa Neumática.....	22
Figura 5. Esquema de funcionamiento	31
Figura 6. Prensa neumática diseñada.....	32
Figura 7. Reacción de la fuerza de trabajo en el eje de prensado.....	35
Figura 8. Fuerza de reacción mostrada como vector	36
Figura 9. Deformación total del pasador crítico.	36
Figura 10. Corte longitudinal del pasador crítico	37
Figura 11. Fuerzas de reacción en el pasador crítico.....	37
Figura 12. Convergencia de la fuerza.....	37
Figura 13. Convergencia de desplazamiento	38
Figura 14. Circuito neumático	41
Figura 15. Características del acero ASTM A36.....	42
Figura 16. Características del acero SAE 1018.	43
Figura 17. Características del compresor sugerido.....	44
Figura 18. Características principales del cilindro neumático.....	46
Figura 19. Características del cilindro neumático	47
Figura 20. Conexión de válvulas neumáticas	47
Figura 21. Memorias de estado.....	48
Figura 22. Diagrama de escalera: estado M0	49
Figura 23. Diagrama de escalera: estado M1	49
Figura 24. Representación de una acción por medio del encendido del foco	50
Figura 25. Diagrama de escalera: estado M2	50
Figura 26. Representación de una acción por medio del encendido del foco	51
Figura 27. Diagrama de escalera: estado M3	51
Figura 28. Representación de una acción por medio del encendido del foco	52
Figura 29. Diagrama de escalera: estado M4	52
Figura 30. Representación de una acción por medio del encendido del foco	53
Figura 31. Diagrama de escalera: paro de emergencia, estado M0	53
Figura 32. Diagrama de escalera: desenclavamiento.....	54
Figura 33. VSM en el área de producción de perillas	55
Figura 34. Características del área de ensamble.....	55

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de las prensas según varios criterios	21
Tabla 2. Límite elástico del polipropileno.....	28
Tabla 3. Resultados de la variación del factor de seguridad.	39
Tabla 4. Características de las tuberías.....	40
Tabla 5. Componentes del circuito neumático	41
Tabla 6. Tiempos en cada memoria de estado.....	56

Glosario

Acciones o Cargas: Es una fuerza que causa un efecto sobre un cuerpo, provocando que este experimente cambios de posición, o forma.

Alineamiento: Colocar en forma paralela dos o más objetos.

Émbolo: Pieza que se mueve alternativamente en el interior de un cuerpo de bomba o del cilindro de una máquina para enrarecer o comprimir un fluido o recibir movimiento.

Empotramiento: Sujetar algo en la pared o en el suelo, generalmente asegurándolo con concreto o tornillos.

Flecha: Longitud que deforma un elemento por la carga, medida desde su eje neutro.

Flexión: Encorvamiento transitorio que experimenta un sólido por la acción de una fuerza que lo deforma elásticamente.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Resumen

Se desarrolla una prensa neumática para ensamblar diferentes productos como por ejemplo, el tipo perillas de cocina de plástico.

TEXTICOM CÍA LTDA. Es una empresa que desarrolla diferentes productos elaborados a base de poliuretano y polipropileno mediante el proceso de termoconformado, realizando de esta manera una alta variedad de productos, tanto para la línea blanca del país como para empresas ensambladoras vehiculares.

Debido a la necesidad de satisfacer la demanda de elaboración de ensambles se explota de una u otra forma al personal, ya que no hay una manera automatizada de realizar este proceso y poder producir todos los modelos requeridos. El exigente ritmo de trabajo vuelve lenta la producción, en especial para productos como la “Perilla con aplique” la cual tiene una elevada demanda, por lo tanto esta tiene elevadas ordenes de producción diarias, para la cual se distribuye esta carga de producción para no más de 4 operadores. La alta demanda de este elemento, la falta de un proceso automatizado y las lesiones laborales en los operadores que hacen esta labor son los principales problemas de esta empresa dentro de ésta área.

Siendo el objetivo principal de esta tesis, desarrollar el diseño de una prensa neumática que permita producir los ensambles de manera menos artesanal para cubrir la demanda que se encuentra insatisfecha y mejorar las condiciones de trabajo de los operadores.

De esta manera se selecciona la prensa necesaria, y a partir de este punto empezar a realizar el diseño de la misma, la cual debe de ser de bajo costo, fácil construcción, amplios tiempos entre mantenimiento y bajo costo de operación.

Palabras Clave: Neumática, Termoconformado, Ensamblados.

Abstract

A pneumatic press is developed to assemble different products such as, for example, the type of plastic kitchen knobs.

TEXTICOM CÍA LTDA. It is a company that develops different products made of polyurethane and polypropylene through the thermoforming process, thus making a high variety of products, both for the white line of the country and for vehicle assembly companies.

Due to the need to satisfy the demand for assembling, the personnel is exploited in one way or another, since there is no automated way to carry out this process and to be able to produce all the required models. The demanding pace of work slows production, especially for products such as the "Knob with Applique" which has a high demand, therefore it has high daily production orders, for which this production load is distributed so as not to More than 4 operators. The high demand of this element, the lack of an automated process and the labor injuries in the operators that do this work are the main problems of this company in this area.

Being the main objective of this thesis, develop the design of a pneumatic press that allows to produce the assemblies in a less traditional way to cover the unmet demand and improve the working conditions of the operators.

In this way the necessary press is selected, and from this point start to design the same, which must be low cost, easy construction, long time between maintenance and low operating cost.

Keywords: Pneumatics, Thermoforming, Assemblies.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Abreviaturas

Ton	Toneladas
Kg	Kilogramo
Lb	Libra
In	Pulgada
Mmax	Momento máximo
s	Segundo
t	Tiempo
cm	Centímetro
m	Metro
mm	Milímetro.
A	Área
psi	Libras / pulgadas al cuadrado
Q	Caudal.
τ	Esfuerzo por cortante.
σ	Esfuerzo
v	Velocidad
D	Diámetro

Introducción

Importancia del problema

Se estudia el “Diseño de una Prensa Neumática para ensamblar el elemento perilla cocina” el cual es el de mayor requerimiento para la industria de línea blanca ecuatoriana y satisfacer la alta demanda que tiene la empresa Texticom Cía Ltda.

En pequeñas industrias que realizan ensambles los cuales no requieren mayor fuerza de trabajo, comúnmente las empresas adquieren prensas medianas y usadas.

El problema es que en Ecuador, la gran mayoría de máquinas en las que se incluyen las prensas neumáticas y sus accesorios, son importados por lo cual sus precios son considerablemente altos, siendo este el principal motivo para que los medianos empresarios de nuestro país no inviertan en tecnología para sus respectivas empresas, dicha tecnología al ser implementada en las áreas de trabajo con deficiencias, podría corregirlas de tal forma que permita realizar las actividades de manera eficiente, segura y garantizada.

En el Ecuador se tiene la presencia de una gran cantidad de pequeñas y medianas empresas mecánicas o metalmecánicas, sitios en las que las actividades más comunes son ensambles los que principalmente se realizan netamente por un operador sin el soporte de ninguna máquina. Razón por la cual las empresas tienen pérdidas económicas debido a productos que no cumplen parámetros de calidad. Por lo tanto en el presente proyecto se diseñó una prensa neumática aplicable a industrias ecuatorianas cuyas funciones sean realizar ensambles de elementos plásticos.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una prensa neumática cuya futura implementación mejore la calidad de trabajo de los empleados del área de ensamble en la empresa Texticom, tanto en el aspecto de salud ocupacional y como en el de producción del ensambles.

Objetivos Específicos

- Realizar el diseño, dimensionamiento, modelado y selección de componentes de una prensa neumática, la cual mejore no solo los tiempos de producción del elemento “perilla ensamble” sino también la calidad del mismo.
- Analizar a través del programa de elementos finitos ANSYS los elementos más críticos de la prensa neumática.
- Mejorar el trabajo del operador, mediante un proceso estandarizado.
- Evitar lesiones en los operadores por la fatiga del trabajo por las inadecuadas condiciones en las que se está realizando el ensamble actualmente.
- Desarrollar una metodología para calcular y seleccionar tanto equipo neumático, así como diseñar la parte de la estructura de la prensa la cual es el bastidor.
- Automatizar la prensa neumática mediante el soporte de PLC’s.
- Obtener homogeneidad en los productos, con la respectiva variación de modelos.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Justificación

Descripción del proceso

El proceso del ensamble (Figura 1) de uno de los productos con mayor frecuencia de elaboración dentro de la empresa Texticom. La perilla y el acople son elementos que son producidos en la misma empresa y los cuales también reciben un tratamiento de pintura.

En el área de ensamble de este producto existen problemas de elevada fatiga y lesiones en las manos de los operadores por la alta demanda de dicho producto, además del incumplimiento de las metas de producción.



Figura 1 .Condiciones de trabajo

En la actualidad muchas empresas optan por realizar este tipo de ensambles mediante métodos nada técnicos que ponen en riesgo la integridad física del trabajador y que ocasionan una falla de producto no conforme de aproximadamente un 20% de cada lote ensamblado.

Estos son causados por ensambles deficientes o inadecuados, normalmente por el uso de un método muy artesanal y rudimentario, un defectuoso proceso de trabajo que tiene una secuencia simple pero con alta probabilidad de daño en el aplique y en la seguridad del operario.

- **Herramientas adecuadas:** Es el más importante factor que hay que considerar, ya que este influye directamente sobre el producto y la integridad del operario.
- **Procedimientos de ensamble:** Es el segundo factor importante ya que el producto debe cumplir con los requerimientos establecidos por el cliente, como

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

un aplique correctamente realizado, apliques con rayado y perillas sin agrietamientos, es así que debe asegurarse estos requerimientos al 100% en todos los productos ensamblados.

Pocas empresas respetan estos dos factores mencionados anteriormente, en general estas operaciones se ejecutan manual y muy repetitivamente por los operarios, siendo este el que sufre las mayores consecuencias.

Los elementos; perilla y acople deben ser tratados con cuidado debido a su composición física, ya que podrían romperse durante el proceso de ensamble.

A continuación se describirá brevemente con sus generalidades:

- **Perilla:** Es un elemento elaborado mediante el proceso de termoconformado. La función principal es la de dar el paso de apertura o cierre de gas en las cocinas. Pasa por un proceso de pintura en el cual se le da un tono gris o blanco dependiendo el modelo.
- **Acople:** Es un aditamento para mejorar la apariencia en general de la perilla. De igual manera se genera mediante un proceso de termoconformado, similar al que realizan las perillas, sin embargo el acople pasa por un proceso de cornado para su posterior ensamble con la perilla.
- **Rayado del acople:** Se le da un acabado especial al acople, este acabado ofrece una mejor apariencia ya que le da un tono más metálico y solido al conjunto.
- **Perilla ensamblada:** Se ensambla a presión la perilla y el acople rayado quedando un solo elemento ensamblado el cual está listo para ser unido en los diferentes tipos de modelos de cocinas que sean requeridos.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Definición del problema

La alta demanda en el mercado ecuatoriano en cocinas y cocinetas genera la oportunidad a la empresa Texticom como proveedor de ofertar diferentes aditamentos a las diferentes ensambladoras de productos de línea blanca. Uno de estos es la “perilla cruceta” pero por temas organizacionales no se puede cubrir aproximadamente con toda la demanda y el no tener la capacidad de producción para satisfacerlos es la principal necesidad y nuestro primordial problema es obtener la capacidad para construirlos.

Se diseñara una prensa neumática, la cual tiene una presión constante durante el proceso de ensamble mejorando las condiciones de trabajo actuales.

En la empresa TEXTICOM se empezó con el levantamiento de información sobre la fluidez del producto, ensambles no conformes, fatiga del operario y las lesiones que este sufría debido al retórico ejercicio laboral. Los resultados eran preocupantes por lo que se determinó que era necesaria la implementación de una mejora de carácter urgente, no solo para satisfacer la demanda sino para mejorar las condiciones de trabajo, siendo este el tema escogido como mi Tesis de Grado.

Se pretende a través de la investigación y aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de INGENIERIA MECÁNICA, diseñar una prensa neumática junto con otros dispositivos, que permitan el montaje y desmontaje de separadores según la aplicación que se requiera.

Estudio del arte

En virtud del desconocimiento de los sistemas de PLC, muchos industriales gastan dinero en procesos de mantenimiento, cuidados y reparación de sus máquinas, porque ni siquiera conocen que están dentro de todas sus maquinarias y pueden ser repotenciados y a un costo accesible.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Estos aparatos además de útiles, indispensables, son relativamente sencillos de programar y aportan avances considerables al proceso productivo de una fábrica, asegurando la calidad de su manufactura terminada y eliminando desperdicio, accidentes, ahorrando tiempo, dinero y riesgos.

El campo de aplicación de los PLC's es tan extenso que ha llegado a alcanzar distintos sectores dentro y fuera de la industria donde antes se consideraron ciencia ficción.

Principalmente son utilizados en los procesos relacionados a las maniobras de máquinas.

Solidworks

Es un programa de diseño mecánico en 3D con el que se puede crear geometrías y estructuras en 3D usando sólidos paramétricos, la aplicación esta direccionada al diseño de nuevos productos, diseño mecánico, ensambles y planos. Además diseña de forma que va dejando un árbol o historial de operaciones para que se pueda hacer referencia a estas en cualquier momento.

Tiene soluciones para industrias de plásticos, chapa metálica, circuitos eléctricos, simulaciones y análisis por elementos finitos.

“Este programa permite diseñar piezas mecánicas en 3D, evaluar ensambles de varias piezas y producir planos de fabricación para el respectivo mecanizado”. (3D Cad Portal, 2018)

Método

Diseño mecánico

Tipos de ensambles mecánicos

“Los ensambles mecánicos son de los pocos procesos que no involucran la soldadura como herramienta principal dentro del proceso, una de las herramientas más utilizadas dentro del procesos son los tornillos, las tuercas, los pernos, espárragos, pasadores, cuñas y uniones por ajuste a presión”. (Groover, 1996)

Muchos productos se ensamblan principalmente mediante métodos de sujeción mecánica: Automóviles, aparatos de línea blanca, etc.

Ajuste o ensamble a presión

“Las piezas constructivas se montan con ajuste de presión cuando las piezas que se unen entre sí han de recibir esfuerzos y han de transmitirlos. La presión producida en el ensamble debe impedir la posibilidad de movimiento que han de transmitir esfuerzos”. (Groover, 1996)

Este método consiste en aplicar una fuerza de impacto sobre el aplique colocado previamente sobre la perilla, asegurándose que las guías del aplique estén dentro de la perilla.

Si se aplica una carga excesiva o de mayor impacto a esta pequeña área de contacto, se producirán fracturas en las guías, tanto del aplique como en la perilla lo que ocasiona que no exista un buen acople y por ende ambos productos tengan que ser desechados. La figura 2 indica lo poco estandarizado que es este procedimiento, en el cual la fuerza que se ejerce sobre el aplique es netamente la que da el operario, por lo tanto o se podría llevar un control de calidad sobre la misma.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

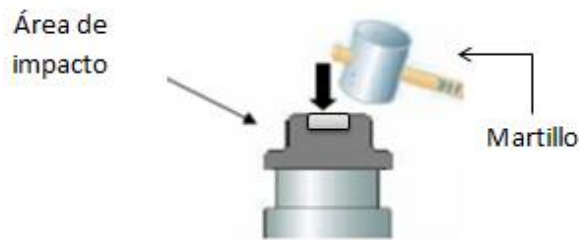


Figura 2. Proceso de ensamble del aplique-perilla

Este proceso no cuenta con una estandarización debidamente implementada, por lo que la forma de realizar la operación es netamente como el operario se sienta más a gusto cumpliendo el trabajo. Esto produce errores de alineamiento y ocasionando daños en el aplique mayoritariamente.

La Prensa

Es una máquina herramienta que pertenece al grupo de aparatos de movimiento rectilíneo alternativo, tiene como finalidad lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material mediante la aplicación de una carga. Son conocidas desde la antigüedad, empleadas prácticamente en todas las industrias, y utilizadas para actuar sobre distintos materiales ya sea en frío o en caliente en cualquier operación que se requiera una fuerte presión por ejemplo: forjar, estampar, extruir, prensar, etc.

La figura 3 muestra las principales partes de una prensa con punzón.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

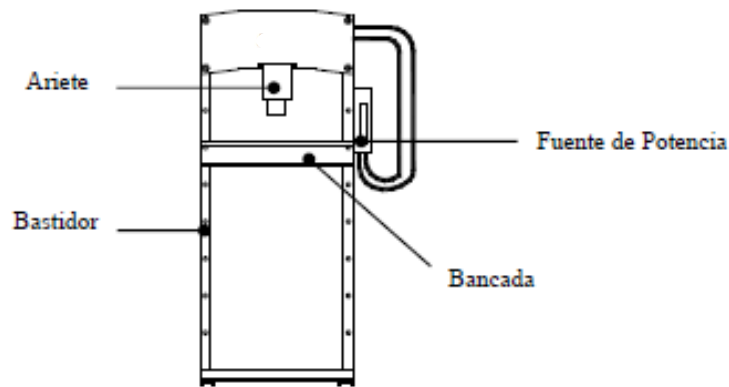


Figura 3. Esquema de una prensa

“Consiste en un bastidor que sostiene una bancada, un ariete, el cual es la herramienta que actúa directamente sobre el material para realizarse la operación para la cual la prensa fue diseñada, y un mecanismo para mover el ariete linealmente y en ángulos rectos con relación a la bancada, como se observa en la figura”. (Borges, 2017)

Estas máquinas tienen la capacidad para la producción rápida, puesto que el tiempo de operación es solamente el que necesita para una carrera del ariete, más el tiempo necesario para alimentar el material, hay prensas de impulso mecánico que pueden producir 600 piezas por minuto o más.

Debido al alto ritmo de trabajo que tiene una prensa de impulso mecánico se pueden conservar bajos costos de producción ya que se realiza una mayor cantidad de ensambles en menos tiempo, es decir se mejora la eficiencia del proceso, esto la hace una máquina especial para los métodos de elaboración en masa y es empleada cada día en mayor número sustituyendo la labor de los operadores, o reduciéndolas al menor esfuerzo posible.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Clasificación de las prensas

Existe una gran variedad de prensas, con distintas clasificaciones, así que se realizara un ordenamiento capaz de abarcar la mayor cantidad de las mismas en la Tabla 1.

Tabla 1

Clasificación de las prensas según varios criterios.

MOTIVO	TIPOS
Fuente de energía (el Accionamiento)	• Manual • Potencia • Mecánica • Vapor, gas, neumática. • Hidráulica
Ariete (elementos Activos)	• Vertical de simple efecto • Vertical de doble efecto • En cuatro correderas • De configuración especial
Diseño de Bastidor	• De banco • Inclinable • De escote • De puente • De costados rectos • Columna
Métodos de aplicación de potencia de ariete	• Manivela • Leva • Excéntrica • Tornillo de potencia • Cremallera y piñón • Hidráulica • Palanca acodillada • Neumática
Propósito de la prensa	• Doblado • Punzonado • Extruido • Empalmado • Enderezado • Acuñado • Revólver

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Debido a la amplia diversidad de tipos de prensas es que, por lo general se las divide en tres grandes grupos. Prensas Mecánicas, Hidráulicas y Neumáticas. La figura 4 indica las partes principales de una prensa neumática a la cual se hace referencia debido a que es lo que se va diseñar.



Figura 4. Prensa Neumática

Fuente: (DirectINDUSTRY, 2014)

Prensa Neumática

Su funcionamiento es a base de aire a presión. El aire es forzado por un tubo que se llena con el aire y se aplica la presión que hace que el embolo de la prensa se desplace hacia abajo. Una vez que el recorrido de la prensa está terminado, el aire se evacua a través de válvulas, resortes mecánicos y hacen que la bomba se mueva nuevamente hacia arriba.

Ventajas y desventajas de las prensas neumáticas

La mayor ventaja de las prensas neumáticas es su velocidad. Pueden moverse más rápido que las prensas hidráulicas. También pueden parar en cualquier momento que el operador abra la válvula para liberar el aire.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Las prensas neumáticas son extremadamente versátiles, capaces de ser colocada en una fábrica en cualquier posición en la que el operador requiera, incluso boca abajo. Son muy fáciles de usar y los controles son similares a las prensas de estilos tradicionales.

Al tener muy pocas partes móviles requieren de un mantenimiento bajo, lo cual reduce costos a la empresa.

Los tubos de aire pueden durar hasta 5 años sin ser sustituidos, por lo que en general las prensas neumáticas son muy duraderas y confiables.

Fundamentos teóricos

Etapas del Diseño Estructural

Todo comienza con el proceso creativo con el cual se inicia un sistema estructural, para que realice una función determinada con su respectivo grado de seguridad acorde a la función que se realice, y que tenga un funcionamiento adecuado en condiciones normales de servicio. No debemos olvidar los limitadores externos al proyecto, los cuales son; costo, el tiempo de ejecución, acabados y demás exigencias del cliente.

Netamente la solución al problema de diseño no puede ser un análisis matemático estricto. Donde solo se apliquen rutinariamente fórmulas y reglas, esto es un proceso que se debe llevar a cabo através de varias etapas como:

- Evaluación del problema
- Especificaciones de diseño
- Generación de ideas
- Diseño conceptual
- Diseño detallado
- Pruebas
- Manufactura

Parámetros de trabajo

Prácticamente es una de las etapas más importantes del diseño estructural, la optimización del resultado final del diseño depende de que todos los parámetros tomados previamente estén dentro de las especificaciones deseadas y con las normativas técnicas correctas.

En esta etapa de estructuración se seleccionan los materiales que van a constituir la máquina, se define el sistema estructural principal, el arreglo y dimensiones preliminares de los elementos estructurales más comunes. El objetivo debe ser el adoptar la solución más óptima dentro de un conjunto de posibles opciones de estructuración.

Análisis de acciones

Esta etapa es necesaria ya que sirve para identificar las acciones que van a incidir sobre el sistema estructural durante su vida útil. Estas acciones son en base a los conceptos de seguridad estructural y de los criterios de diseño, son clasificados en base a la variación de su intensidad con el tiempo, y se clasifican en los siguientes tipos.

- **Acciones permanentes:** Actúan en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad puede considerarse que no varía con el tiempo. Las principales a tomar son los desplazamientos debido al esfuerzo, las deformaciones y las cargas muertas.
- **Acciones variables:** Inciden sobre la estructura con una intensidad variable con el tiempo, pero que alcanzan valores importantes durante lapsos prolongados de tiempo. Se pueden tomar las siguientes: cargas vivas, cambios de temperatura y cambios volumétricos.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Análisis estructural

Es el procedimiento que conlleva a determinar el resultado o reacción del sistema estructural ante el efecto de las acciones externas que van a incidir sobre él, produciendo algún defecto.

La respuesta de una estructura o de un elemento en su comportamiento bajo un acción determinada, está función de sus propias características, se expresa en base a agrietamiento, deformaciones, vibraciones, reaccione, esfuerzos, etc. Si la acción es de carácter dinámico puede ser viable sugerir un sistema de fuerzas equivalentes.

Idealización de la estructura

Busca seleccionar un modelo teórico y analítico de ser analizado con procedimientos de cálculo. La selección del modelo analítico de la estructura puede estar integrada de las siguientes partes:

- Modelo geométrico
- Modelo de comportamiento de los materiales

Dimensionamiento

En esta etapa se define a detalle la estructura y se revisa si se cumple con los requisitos de seguridad adoptados.

Calculo Estructural

Se ha decidido tratarlo como un tema independiente debido a que podría ser considerado como el punto más esencial dentro de la etapa del análisis estructural.

Es importante que se resalte la importancia de la realización de un óptimo cálculo en todo proyecto de estructuras metálicas, ya que es la parte del diseño que tiene la finalidad de

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

hallar dimensiones adecuadas de los elementos que las constituyen, relacionando de la mejor forma la resistencia del elemento con las cargas externas que se apliquen.

Diseño del Bastidor

El diseñador es responsable de asegurar que una pieza dentro de un conjunto o sistema mecánico sea segura en su funcionamiento, para operar bajo condiciones que pueden preverse en forma razonable. Esto requiere llevar a cabo un análisis de la pieza, dentro de la cual se generen los esfuerzos, estos esfuerzos se comparan con el esfuerzo de diseño o con aquel esfuerzo permisible bajo las condiciones de operación para asegurar eficiencia.

El análisis se puede ejecutar ya sea en forma experimental o en forma analítica tradicional. En este caso se ha optado por un diseño tradicional adaptando y cargando los datos de las propiedades de la pieza al programa Al final del apartado se verifica que el esfuerzo a que se somete la pieza es seguro y está por debajo del esfuerzo de diseño.

En ese primer sentido se eligió, por razones comerciales, un acero estructural A36, material dúctil y un límite de fluencia mínimo de 250 MPA (36 ksi).

Criterio de Comparación

Existen varios métodos para predecir o proyectar las fallas, por ejemplo, la teoría de la tensión normal máxima, la teoría de la tensión máxima por esfuerzo cortante o la teoría de la distorsión de la energía o conocida también como la teoría de von Mises.

La teoría de la distorsión de la energía ofrece una proyección muy precisa de las fallas en materiales dúctiles que se someten a la acción de cargas importantes como esfuerzos combinados.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Dimensionamiento

Cálculo de la capacidad de una prensa

Para calcular la capacidad (tonelaje) de la prensa y sumar a la capacidad las pérdidas de carga aplicamos la ecuación 1.

Con esta relación podemos determinar la capacidad requerida para realizar los ensambles.

$$T = S \cdot e \cdot Ks \text{ [Kg f]} \quad (1)$$

Donde:

S: Desarrollo del área a ejercer carga [mm]

e: Longitud de avance del embolo [mm]

Ks: Resistencia máxima del material al impacto [kg/mm]

La prensa neumática realizara los ensambles con las siguientes características:

$$S = \pi \cdot d \text{Punzón} \quad (2)$$

$$S = \pi \cdot (12,7)$$

$$S = 39,8983 \text{ [mm]}$$

Ks: en este caso como no se busca realizar corte sino ejercer presión, Ks será 1 debido a la siguiente demostración:

Las perillas y apliques son de polipropileno. Lo último que se desea es que la prensa rompa la perilla y el aplique al ensamblarlos, por lo tanto para determinar el Ks se usara el límite elástico (le), el mayor por ser más crítico cuyo valor se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Límite elástico del polipropileno, tomado de (CES Edupac, 2016)

Propiedades mecánicas			
Límite elástico (le)	Min 24,6	Max 30	[Mpa]

Posteriormente

$$le = 3,06 [Kg/mm^2]$$

Como se mencionó, con este límite las perillas y apliques se romperían, así que se con la mitad de este valor sería suficiente para no dañarlas, esto significa que con un valor aproximado de 1.5, se evitara la rotura, ahora para los cálculos utilizaremos un ks de 1.

Continuando con el cálculo del tonelaje (T):

$$T = 39.9.(3).1 [Kg f]$$

$$T = 119 [Kg f]$$

$$T = 1174.2075 [N]$$

Teóricamente esta es la fuerza necesaria para mover el actuado, y consecuentemente seria la fuerza requerid a la salida del compresor, sin embargo es necesario calcular previamente las pérdidas de carga que se tiene en el sistema, para el efecto, se requiere conocer el caudal, la presión del trabajo del compresor, y el diámetro de la tubería a través de la cual fluiría el aire comprimido.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Presión de trabajo

La presión de trabajo se denomina con la definición de presión, cuya ecuación es la siguiente:

$$PT = \frac{\text{Tonelaje PRENSA}}{\text{Area DE TRABAJO}} \quad (3)$$

Donde el tonelaje o capacidad de la prensa se calculó con la ecuación 1. El área que se toma en cuenta es el área del actuador, superficie sobre la cual actúa la fuerza.

El área sobre la cual actuara la prensa será un área de 230 x 190 [mm], que es donde se colocara las perillas para ser ensambladas con los acoples (10 unidades a la vez).

$$Area = 230 \times 190 [mm^2]$$

$$Area = 43\,700 [mm^2]$$

$$PT = \frac{1174.2075 [N]}{43\,700 [mm^2]}$$

$$PT = 0.02686 [N/mm^2] \approx 26\,860 Pa$$

Caudal

El caudal de aire libre es el flujo de aire dado por el compresor y se obtiene con la siguiente relación:

$$Q = C \cdot N \cdot \left(\frac{\pi(2D^2 - d^2)}{4} \right) [m^2/min] \quad (4)$$

Donde:

C: Carrera del pistón (mm)

D: Diámetro del pistón (mm)

d: Diámetros del vástago (mm)

N= Velocidad (rpm)

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Para conocer el caudal que se genera en el pistón del compresor, se sustituyen los datos siguientes en la ecuación (3). Los datos se refieren básicamente a la geometría del pistón, tales como diámetro del pistón de 50 mm, diámetro del vástago de 12 mm y velocidad de 300 rpm, se toma ésta serie de datos por ser los más comerciales.

$$Q = 0,300 [m] \times 300 [rev/min] \times \left(\frac{\pi(2(0,05)^2 - (0,012)^2)}{4} \right) [m^2/min]$$

$$Q = 0,10926 \left[\frac{m^3}{min} \right] \approx 109,26 \left[\frac{l}{min} \right]$$

Parámetros iniciales

Se partirán de parámetros estándares para todas las máquinas que requieren de un operario para su funcionamiento como son: la altitud correcta para una adecuada ergonomía del operario, facilidad de alcance en el caso de utilización de pulsadores y seguridades para evitar cualquier accidente laboral.

Posteriormente saber los criterios que se han de aplicar, en la colocación de las cargas y las posibles limitaciones de dimensiones o prestaciones según la capacidad de carga que queramos dotar a la prensa y los usos para los que este pensada.

Una vez conocidas estas prestaciones, y según la estructura elegida para el bastidor, se modelara cada pieza en el programa 3D por ordenador utilizando el programa Solidworks, con el fin de tener un esquema gráfico del elevador y la localización de cada uno de sus componentes, además de que nos proporcionara el resultado del ejercicio de prensado final

Se calculara la presión que debe ejercerse para poder realizar los ensambles con la fuerza aproximada sin romper el producto, o causar fisuras.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Posteriormente se realiza la simulación de esfuerzos en el programa de elementos finitos Ansys, para determinar los puntos críticos y así poder determinar el nuevo dimensionamiento de los elementos de la estructura.

El principio de funcionamiento de la prensa neumática se basa en una estructura metálica, que utiliza la geometría y funcionamiento de una prensa de punzón vertical.

Cuenta con una dispositivo base en el cual el operario colocara las perillas de cocina (10) y sobre estas sus respectivos apliques, por seguridad utilizara ambas manos para presionar los pulsadores de inicio de ciclo en el cual, primeramente el punzón vertical bajara un dispositivo superior el cual ejercerá la presión sobre las perillas y apliques, luego un cilindro inferior retirara las perillas de sus posiciones iniciales para ubicarlas a un mismo nivel, posteriormente otro cilindro neumático desplazara las perillas hacia un lado de la prensa para que así el ciclo pueda repetirse.

Dicho funcionamiento se representa de mejor forma en la figura 5.



Figura 5. Esquema de funcionamiento

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Diseño

El diseño se basó en el funcionamiento de otras prensas utilizadas en el sector automotriz, estas máquinas tienen estructura hueca para abaratar material y por lo tanto costos. El diseño se realizó en Solidworks, en este se dibujó pieza por pieza tomándose en cuenta el objetivo de la prensa.

Una máquina con los parámetros iniciales indicados anteriormente se compone de los siguientes elementos indicados en la figura 6 del ensamblaje realizado en Solidworks.

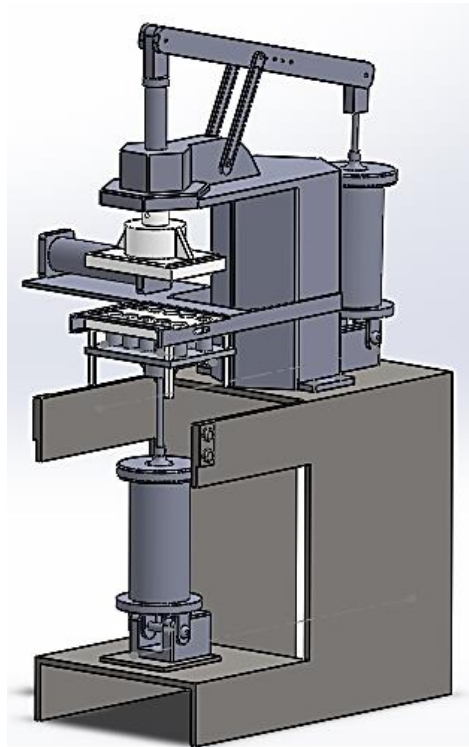


Figura 6. Prensa neumática diseñada

Software de diseño

El desarrollo de la tecnología ha permitido disponer de una amplia variedad de técnicas adaptativas para la predicción de un proceso de conformado. Los programas AEF (análisis por elementos finitos) son herramientas que permiten obtener soluciones aproximadas en la solución de problemas que sean susceptibles a ser

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

representados por medio de un mallado en la superficie de trabajo o un sistema de ecuaciones diferenciales.

Método de elementos finitos

Un proceso mecánico como el ejercicio realizado por una prensa neumática es un sistema de infinitas incógnitas, este método consiste en la transformación del sistema de infinitas incógnitas a uno con un número finito de incógnitas que se relacionan entre sí por elementos de un tamaño finito, por medio de un mallado en la superficie a ser estudiadas.

El método de elementos finitos está adaptado para su manejo en diferentes softwares, las cuales resuelvan ecuaciones diferenciales para dar solución a problemas físicos de gran complejidad. En un sistema de elementos finitos, el conjunto de grados de libertad incluye tres traslaciones y tres rotaciones. La información es pasada por cada elemento entre sí por medio de nodos comunes.

Ansys

Ansys es un conjunto muy extenso de programas CAE para diseño, análisis y simulación de partes por elementos finitos FEA, incluye las fases de preparación de meshing o malleo, ejecución y post proceso. El programa ejecuta análisis de piezas sometidas a fenómenos físicos usadas en ingeniería y diseño mecánico, puede resolver problemas físicos sometidos a esfuerzos térmicos, fluidos, vibración y aplicaciones específicas, brevemente se describen sus módulos principales por disciplina.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Ansys Workbench

Es una plataforma de software desde donde se crean los proyectos de análisis CAE en diferentes disciplinas, Workbench despliega gráficamente el intento de la simulación en ingeniería y se establecen las relaciones entre fenómenos físicos y sus módulos incluyendo multi-física.

La plataforma ANSYS Workbench incluye software y componentes para diferentes fenómenos.

Ansys mecánico

La fuerza de los componentes es un requisito clave para comprender el rendimiento de un producto, su ciclo de vida y posibles modos de falla. La carga mecánica, el estrés térmico, la tensión del perno, las condiciones de presión y la aceleración de rotación son solo algunos de los factores que dictarán los requisitos de resistencia para materiales y diseños. ANSYS Mechanical garantiza la viabilidad y seguridad de su producto al predecir la fuerza requerida para las cargas que experimentará su diseño en servicio.

“Es una herramienta de Ansys para resolver situaciones muy particulares en diseño mecánico como elementos estructurales lineales, no lineales y análisis dinámico. Con este módulo puedes evaluar el comportamiento, asignar materiales y resolver ecuaciones. Puedes resolver análisis térmicos, acoplamientos físicos que involucren acústica, elementos piezoeléctricos e interacción térmica con eléctrica. Ansys Mechanical es una solución puntual de análisis de alto desempeño que puedes usar como plataforma de solución”. (3D Cad Portal, 2018)

Cálculo de fuerzas mediante software

Se realizó el estudio del mecanismo completo, determinando cuales son los puntos críticos. Las condiciones iniciales son las dimensiones geométricas de la máquina, con esto se especifican los puntos fijos y móviles de la misma y en cuales se ejerce la mayor fuerza. La otra condición inicial es la fuerza requerida para realizar los ensambles.

Como se indica en la figura 7, se ingresa el valor de la presión de trabajo, calculada anteriormente y el área sobre la cual actuara dicha presión.

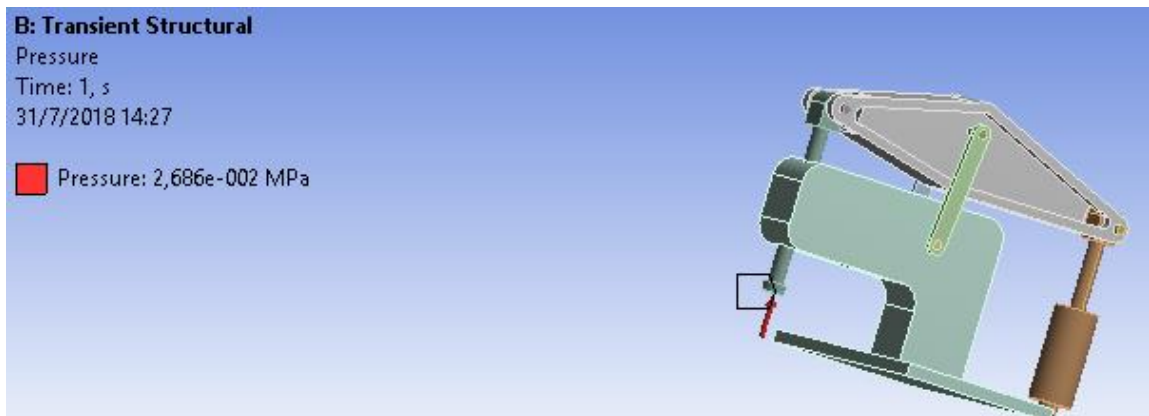


Figura 7. Reacción de la fuerza de trabajo en el eje de prensado

El punto donde se ejerce la fuerza de trabajo es la base del punzón de prensado, dicha área tendrá contacto con el dispositivo que prensara directamente los acoples y las perillas.

Resultados de la simulación

Se obtuvieron varios puntos críticos, todos estos coincidentes en la sección transversal media de los pasadores, sin embargo el punto de mayor estudio fue aquel donde se obtuvo la mayor fuerza de reacción, como se muestra en las figuras 8 y 9, este punto se encontró en el pasador del punzón de prensado.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

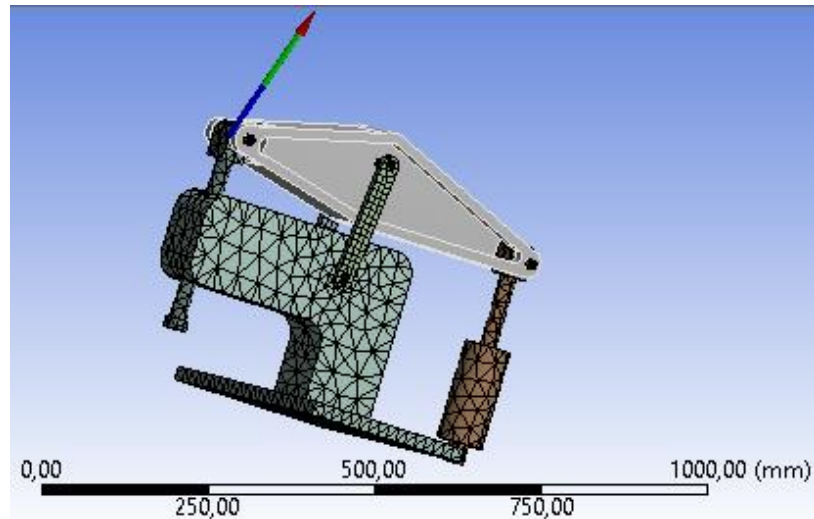


Figura 8. Fuerza de reacción mostrada como vector

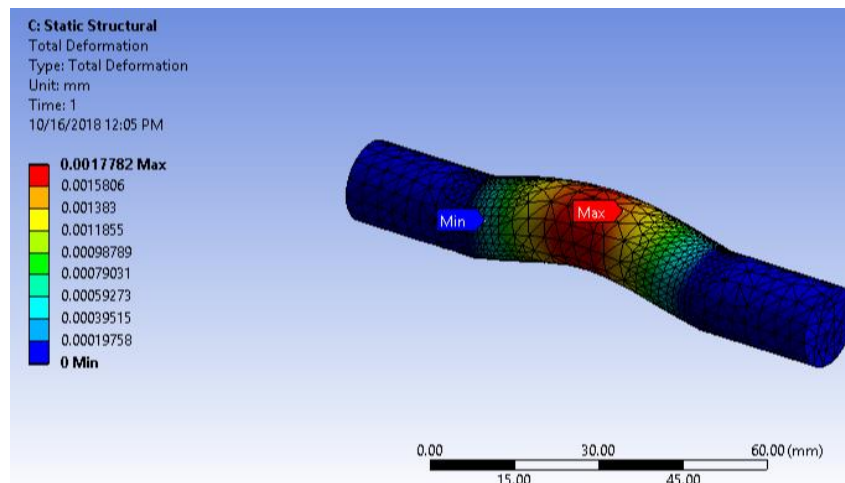


Figura 9. Deformación total del pasador crítico.

La fuerza de reacción total es de 1 127 N, representada como vector en la figura 10.

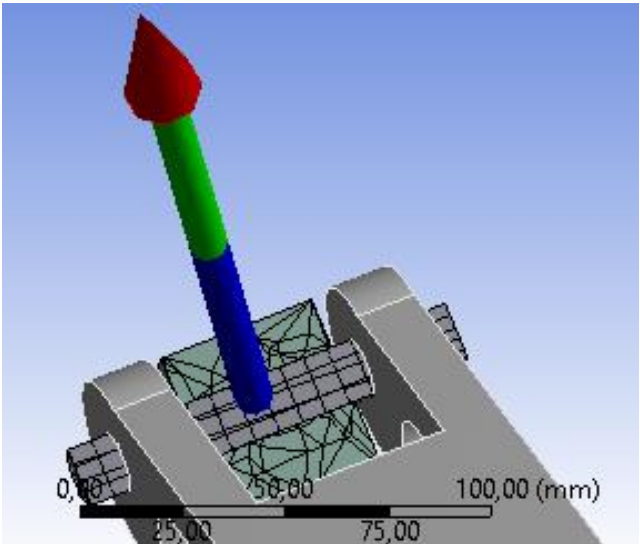


Figura 10. Corte longitudinal del pasador crítico

El valor máximo que indica la figura 11 es el que se toma para realizar el diseño del pasador y su diámetro.

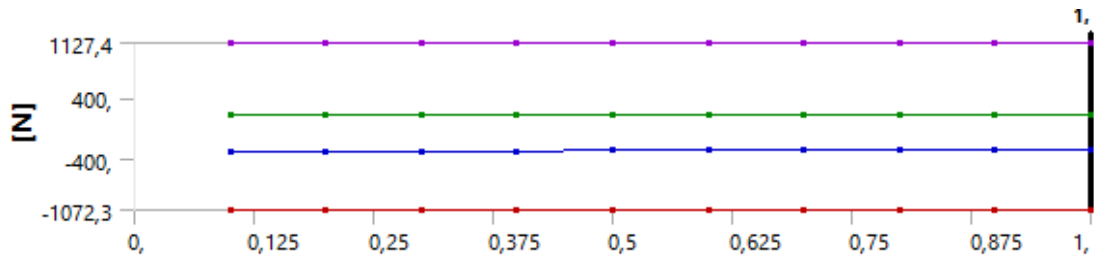


Figura 11. Fuerzas de reacción en el pasador crítico.

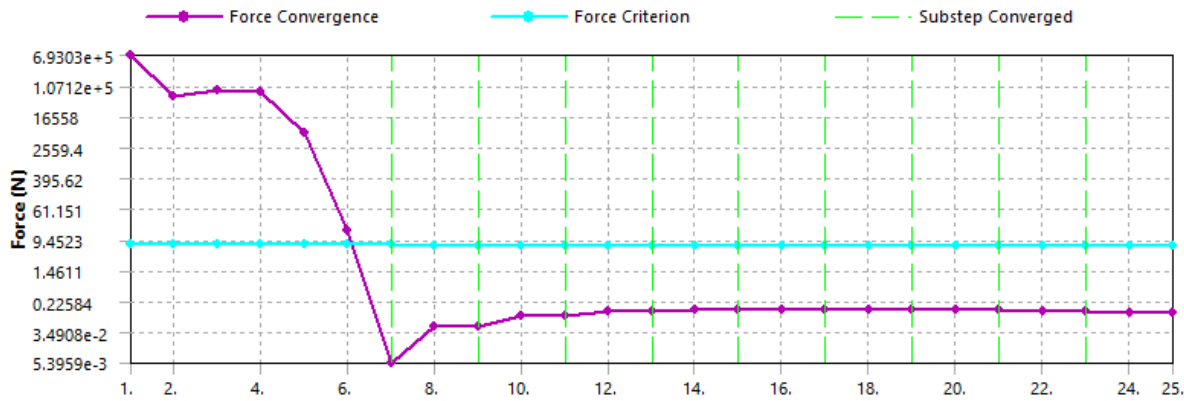


Figura 12. Convergencia de la fuerza

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

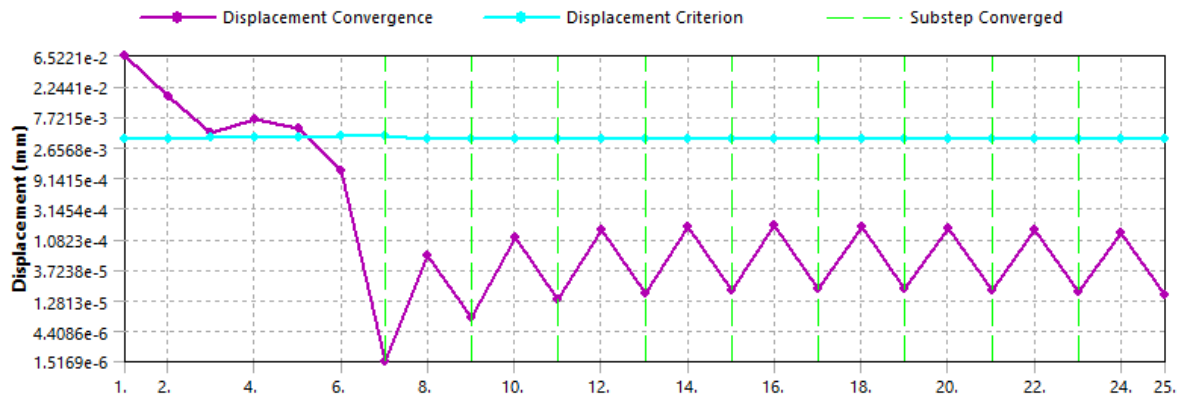


Figura 13. Convergencia de desplazamiento

Cálculos

Esfuerzo cortante – Diseño elástico

Donde:

A: Área (sección transversal del pasador)

D: Diámetro (pasador)

S_y: Esfuerzo último

τ: Esfuerzo admisible (esfuerzo cortante)

V: Reacción a la aplicación de la fuerza para prensado

FS: Factor de seguridad (5)

Nota: Naturalmente, el factor de seguridad debe ser mayor que 1 para evitar falla.

Dependiendo de las circunstancias, los factores de seguridad varían desde un poco más que 1 hasta 5.

Se realizaron los cálculos reemplazando el factor de seguridad con valores desde 2 hasta 5, determinándose que a partir de 5 se logran valores del diámetro de los pasadores disponibles en el mercado nacional. Véase tabla 3.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (5)$$

$$\tau = \frac{V(cortante)}{A} \quad (6)$$

$$FS = \frac{\sigma(\acute{u}ltimo)}{\sigma(permitible)} \quad (7)$$

$$\tau = 0.58\sigma \text{ (cedencia)} \quad (8)$$

$$\frac{0.58\sigma}{FS} = \frac{V(cortante)}{A}$$

$$A = \frac{V FS}{0.58\sigma}$$

$$\frac{\pi D^2}{5} = \frac{V FS}{0.58\sigma}$$

$$D = \left(\frac{5 V FS}{0.58 \pi \sigma} \right)^{1/2}$$

$$S_y = 300 \text{ MPa (Acero AISI 1018)}$$

$$D = 6.42 \text{ [mm]}$$

Recomendación de diámetros para los pasadores disponibles en el mercado ecuatoriano son: 1/4 ó 5/16.

Tabla 3

Resultados de la variación del factor de seguridad.

Factor de seguridad	Área del pasador	Diámetro del pasador
2	12,95 mm ²	4,06 mm
3	19,43 mm ²	4,97 mm
4	25,9 mm ²	5,77 mm
5	32,39 mm ²	6,42 ≈ 6.3 mm

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Componentes neumáticos - tubería requerida

La tubería se compone de dos tramos. Un tramo conecta a la salida del compresor con la toma del usuario y el otro tramo conecta la salida de la toma del usuario con la entrada del actuador. Véase la tabla 4.

Tabla 4

Características de las tuberías.

Tramos de tubería	Diámetro [pulgadas]	Longitud	Material
Tramo de tubería del compresor a la toma del usuario	½ ”	2	Metálica
Tramo de tubería de la toma del usuario al puerto del actuador	3/8 ”	1	Plástico

La razón por la cual se eligió tubería de plástico, desde la toma del usuario hasta la prensa, es debido a que la manguera de plástico es flexible y le da a la prensa capacidad de movilidad en cualquier espacio, y puede colocarse donde se requiera.

Componentes del circuito

El fundamento del circuito neumático (Figura 14) es la búsqueda de que el operador con la mínima energía provoque el movimiento del aire hacia un punto en el que se pueda expandir o por lo menos soportar una presión más baja.

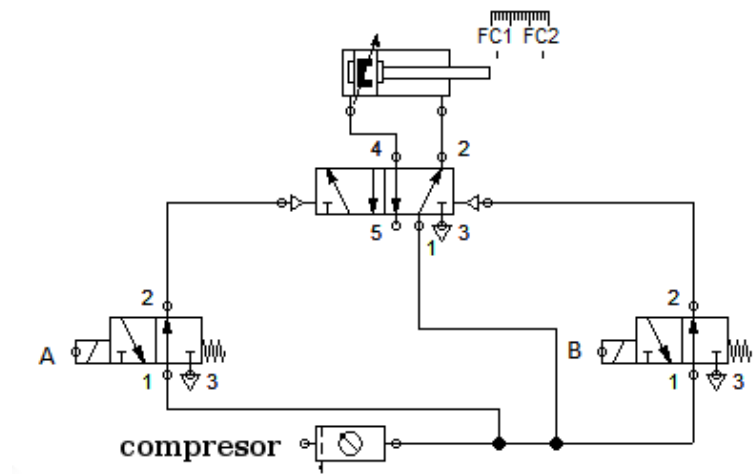


Figura 14. Circuito neumático

Fuente: (DirectINDUSTRY, 2014)

Elementos de control del circuito neumático

Como se detalla en la tabla 5, los componentes para la implementación requeridos son:

Tabla 5

Componentes del circuito neumático

Tipo de Circuito	Generador	Medida	Conductor	Control	Actuador
Neumático	Compresor	Manómetro	Tubería	Válvula	Cilindro

Selección de componentes

Selección de material base estructural

El acero A36 es una aleación de acero al carbono de propósitos generales, muy comúnmente usado en Ecuador para señalizaciones y estructuras herramientas. Aunque existen muchos otros aceros, superiores en resistencia, cuya demanda está creciendo rápidamente, este es ideal por su bajo costo. La denominación A36 fue establecida por la ASTM (American Society for Testing and Materials).

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Se podrían utilizar otro tipo de aceros de características similares, mostrados en la figura 15.

Composicion quimica en % máximo					
Acero	C	Mn	P	S	Si
ASTM A-36	0.27	1.20	0.035	0.040	0.040
ASTM A-283-C	0.24	0.90	0.035	0.040	0.040
ASTM A-572-GR-50	0.23	1.35	0.040	0.040	0.040

Uso Final: Media resistencia estructural, vigas, bases, columnas, estructuras de uso moderado y alta soldabilidad, alta resistencia, vigas, puentes y edificios.	L.E.	U.T.	%ELON.
	ksi min.	ksi	8" min
	36	58-80	20
	30	55-75	22
	50	65	18

Figura 15. Características del acero ASTM A36

Fuente: (Aceromex, 2018)

Selección de material para pasadores y ejes

Para los pasadores en la barra superior se ha decidido elegir acero de transmisión o AISI 1018 por sus características tales como su facilidad para maquinear y bajo costo. Se presenta en condición de calibrado (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.

“Se utiliza en operaciones de deformación plástica como remachado y extrusión. Se utiliza también en componentes de maquinaria debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo. Piezas típicas son los pines, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pasadores, tornillos y aplicaciones de lámina”. (Sumitec, 2018)

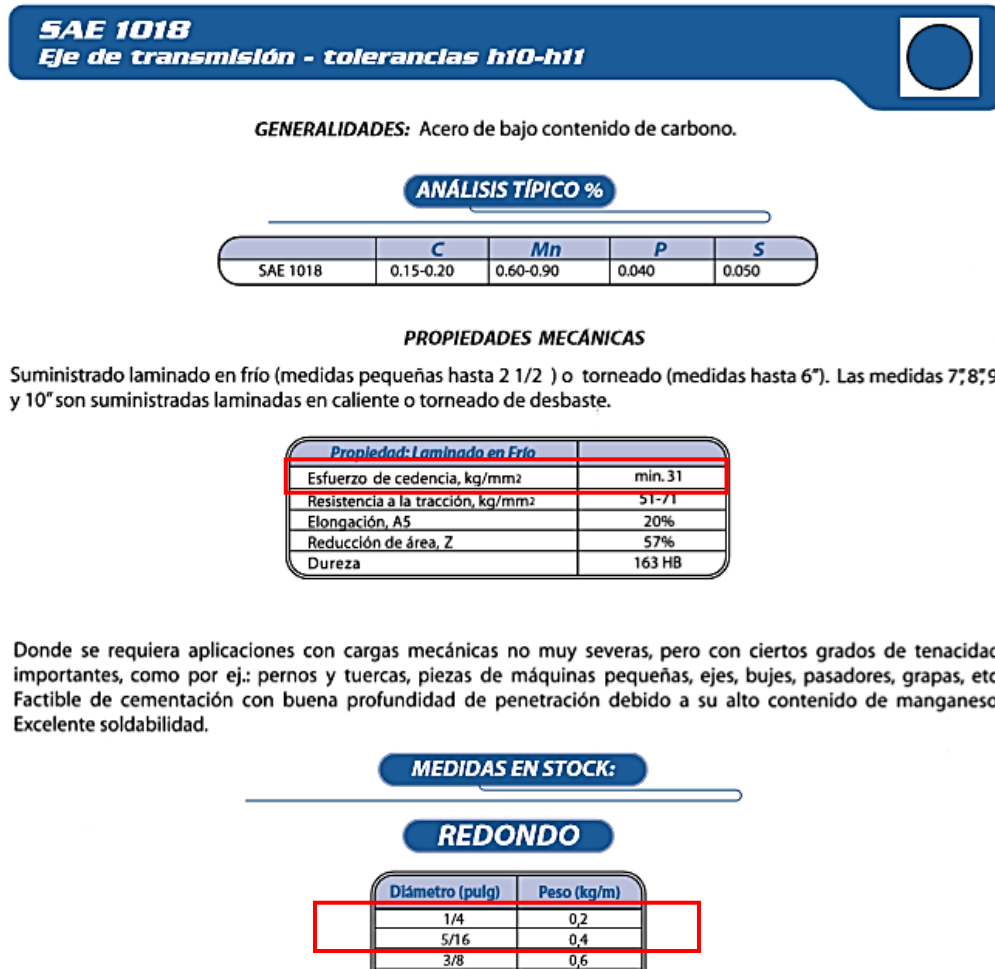


Figura 16. Características del acero SAE 1018.

Fuente: (Iván Bohman, 2018)

Selección del compresor generador

La alimentación para la válvula principal está dada por el compresor con las siguientes características:

INDURA
Grupo AIR PRODUCTS

FICHA DE PRODUCTO

Fecha de descarga: 16-07-2018



Compresores
COMPRESOR INDURA HURACÁN 2100
CÓDIGO SAP: 1049624

Solo Cotización
*Producto sujeto a disponibilidad de stock

Potencia de entrada máxima	2 HP
Flujo de salida	190 lts/min
Capacidad Estanque	100 lts

Figura 17. Características del compresor sugerido

Fuente: (Indura, 2018)

Diseño electrónico

Automatización

Es la implementación a la fase de producción de un sistema de control, potencia y comunicación que realice el trabajo y pueda ser gobernado por el operador mediante un sistema de mando.

El automatismo libera al hombre de operaciones peligrosas, pesadas o rutinarias.

Objetivos de la automatización en la prensa neumática

- Disminuir costos
- Mejorar la calidad del producto acabado o mantener una calidad constante
- Evitar tareas de control manual
- Aumentar la producción y flexibilidad de las máquinas

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

PLC (Programmable Logic Controller)

Es un dispositivo electrónico en el cual es programable, en un lenguaje específico diseñado para controlar procesos secuenciales.

Es de gran importancia el uso de los PLC's en la industria actual para el control y la automatización de procesos industriales con el fin de optimización: técnica, de recurso humano, materias primas y económicas de la empresa y así obtener el mayor porcentaje de ganancia en la producción.

Método

El operador deberá colocar las perillas con los apliques en la mesa de la prensa neumática en las ubicaciones individuales correctamente para luego con ambas manos presionar los pulsadores que den inicio al ciclo de prensado y posterior despacho de los productos ensamblados automáticamente.

El ciclo consiste en varias etapas:

- El cilindro neumático generador C1 transmitirá el movimiento hacia el eje de prensado, el cual partirá desde su posición de inicial hasta el área en donde se encuentran colocadas las perillas y así ejercer presión sobre el apliche directamente para ensamblar dichos elementos de forma permanente.
- Mientras el eje de prensado regresa a su posición inicial, un segundo cilindro neumático C2 avanza debajo de las perillas para desplazarlas de su posición de ensamble para así colocarlas en la mesa a ras de una superficie uniforme.
- Un tercer cilindro neumático C3 ubicado horizontalmente junto a la mesa de las perillas desplazará a las mismas hacia un lado de la prensa para liberar las ubicaciones de las perillas y así el operario pueda colocar nuevos elementos para ser ensamblados.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

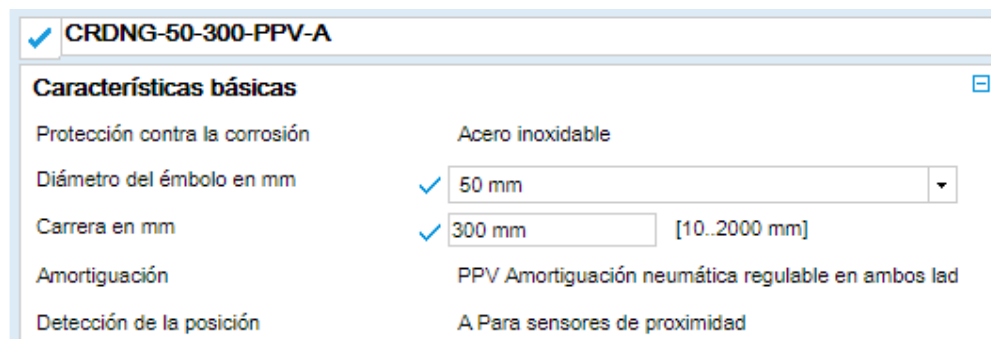
- Finalmente el cilindro horizontal C2 y C3 regresan a su posición inicial, listos para un nuevo ciclo de prensado.

Actuadores

Un actuador es un dispositivo mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o actuar sobre otro dispositivo. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina neumático, hidráulico o eléctrico.

Selección de cilindros neumáticos

Todos los cilindros neumáticos que se ocuparan en la preselección son cilindros de doble efecto.



✓ CRDNG-50-300-PPV-A

Características básicas

Protección contra la corrosión	Acero inoxidable
Diámetro del émbolo en mm	✓ 50 mm
Carrera en mm	✓ 300 mm [10..2000 mm]
Amortiguación	PPV Amortiguación neumática regulable en ambos lad
Detección de la posición	A Para sensores de proximidad

Figura 18. Características básicas del cilindro neumático

Fuente: (Festo, 2018)

En el mercado tenemos este cilindro con una gran variedad de prestaciones, tanto en el pistón y la fuerza de empuje. Véase anexo 1 para obtener la información completa.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Construcción	Embolo Vástago
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Presión de funcionamiento	0.6 ... 10 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]

Figura 19. Características del cilindro neumático

Fuente: (Festo, 2018)

Diagrama eléctrico

En el Anexo B, se detalla la conexión eléctrica de los componentes desde el PLC.

Conexión Neumática

En la figura 20 se presenta la conexión neumática para la ejecución del trabajo de prensado superior, desplazamiento inferior y barrido lateral. Por lo tanto esta es la misma conexión para los tres cilindros neumáticos.

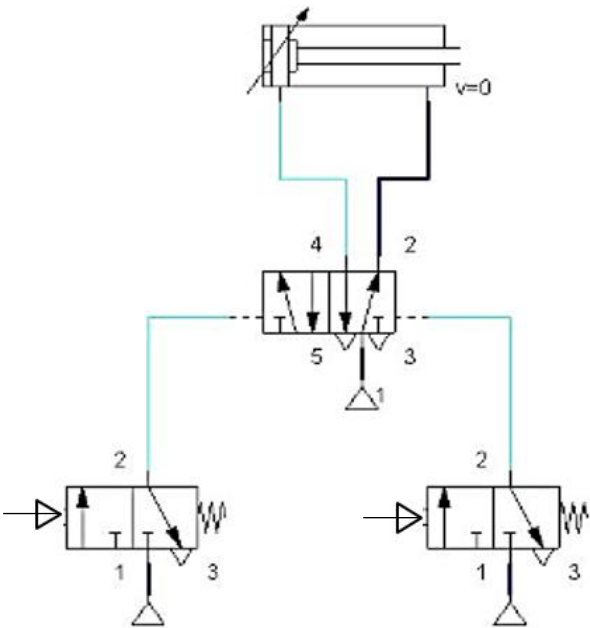


Figura 20. Conexión de válvulas neumáticas.

Diseño de software

Diagrama de estado

Es un tipo de diagrama de comportamiento en el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). Se especializa en mostrar transiciones entre diversos objetos. Para el caso de la aplicación de prensado los estados son los indicados en la figura 21.

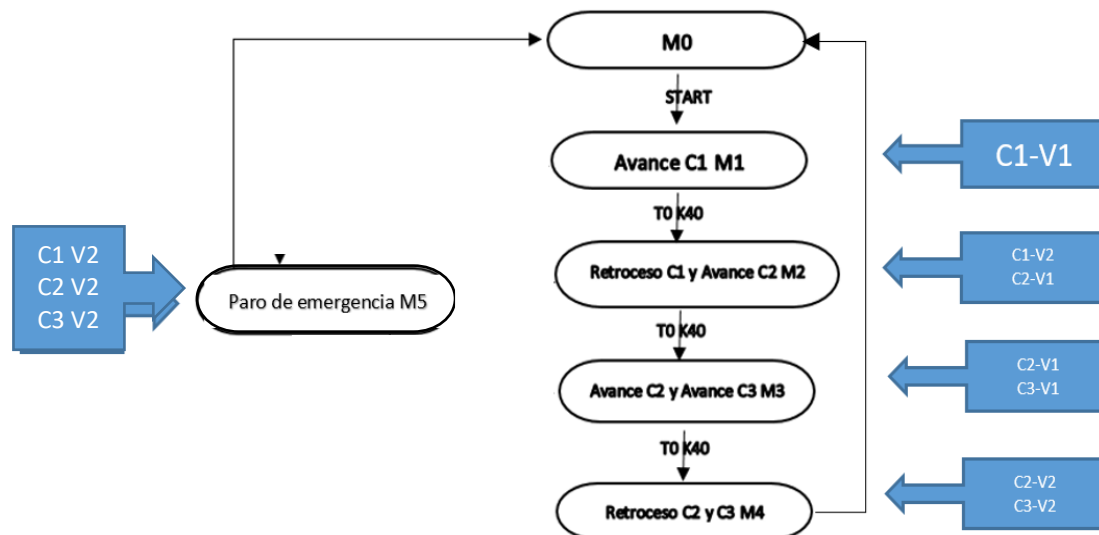


Figura 21. Memorias de estado

Para el desarrollo del código de escalera se utilizó un PLC marca XINJE, con el software XCPPro V3.3 y pulsadores para asemejar la función del operario.

Diagramas de escalera

Este lenguaje permite representar gráficamente el circuito de control de este proceso de prensado y situación de emergencia.

La figura 22 indica el primer estado de la máquina.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

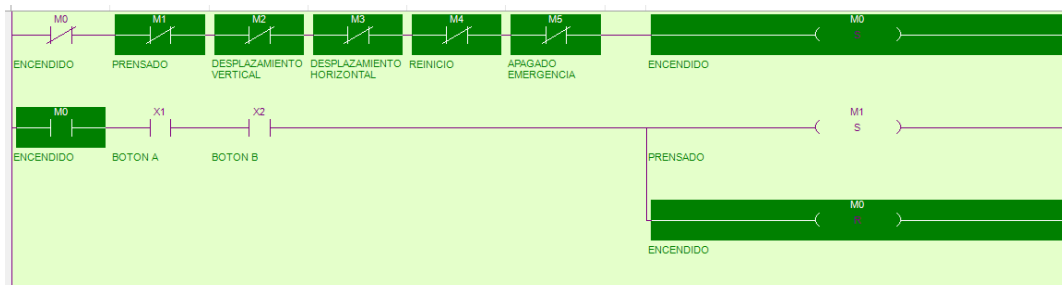


Figura 22. Diagrama de escalera: estado M0

Discusión:

Se inicia la máquina en el estado M0, la maquina está esperando las indicaciones de entrada del operario.

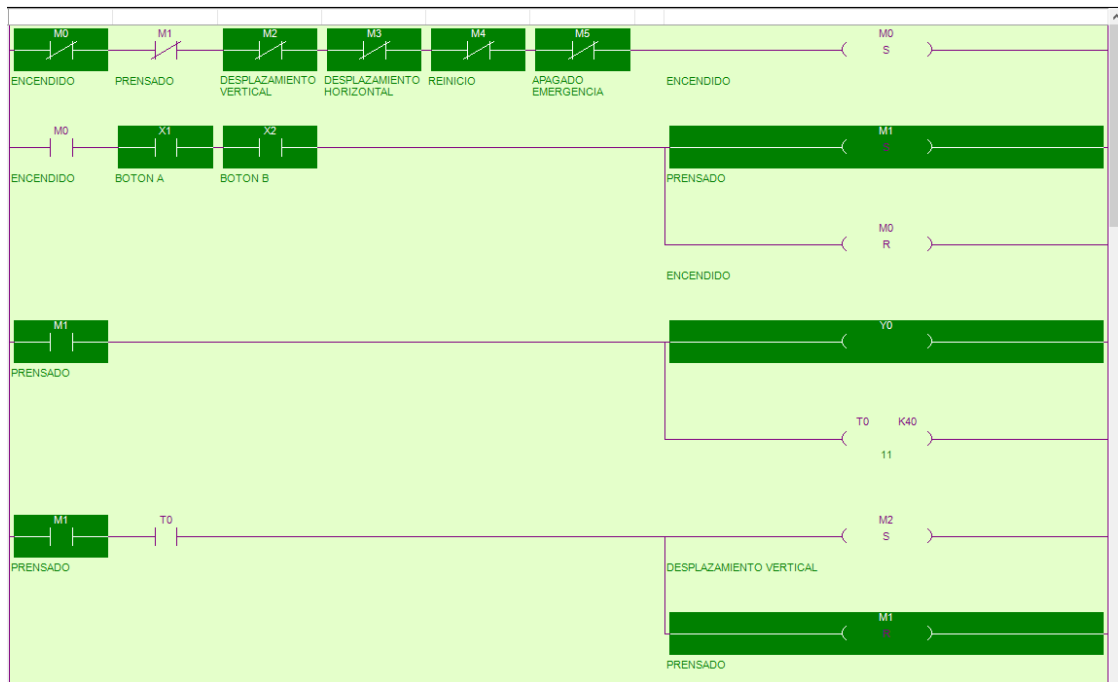


Figura 23. Diagrama de escalera: estado M1

Discusión:

El operador oprime simultáneamente y con ambas manos los botones A y B de START para el prensado, inmediatamente pasa al estado M1. En este estado la prensa

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

ejerce fuerza sobre las perillas para ensamblarlas con los acoples. Esta acción se representa con la luz del foco V0.



Figura 24. Representación de una acción por medio del encendido del foco

La figura 25 indica el estado M2.

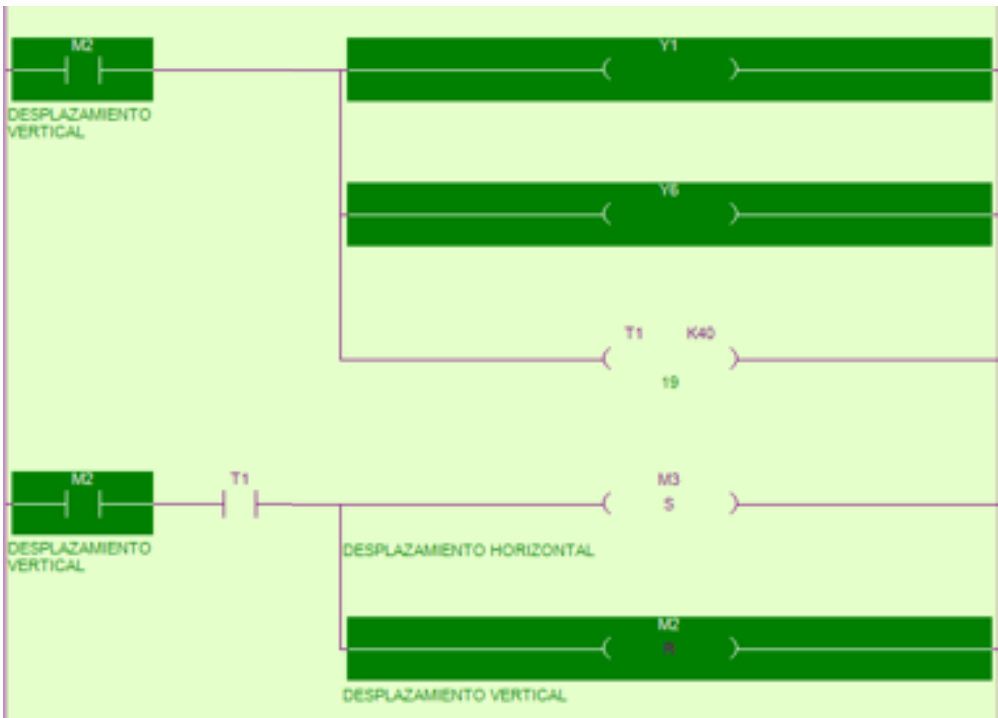


Figura 25. Diagrama de escalera: estado M2

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Discusión:

Finalizado el estado M1, se pasa al estado M2 en el cual el punzón superior que ejerce presión se retira hacia su posición inicial, y al mismo tiempo un cilindro neumático inferior asciende para desplazar a las perillas de sus posiciones de pensado. Estas acciones se representan con el encendido de Y1 y Y6.



Figura 26. Representación de una acción por medio del encendido del foco

A continuación la figura 27 muestra el estado M3.

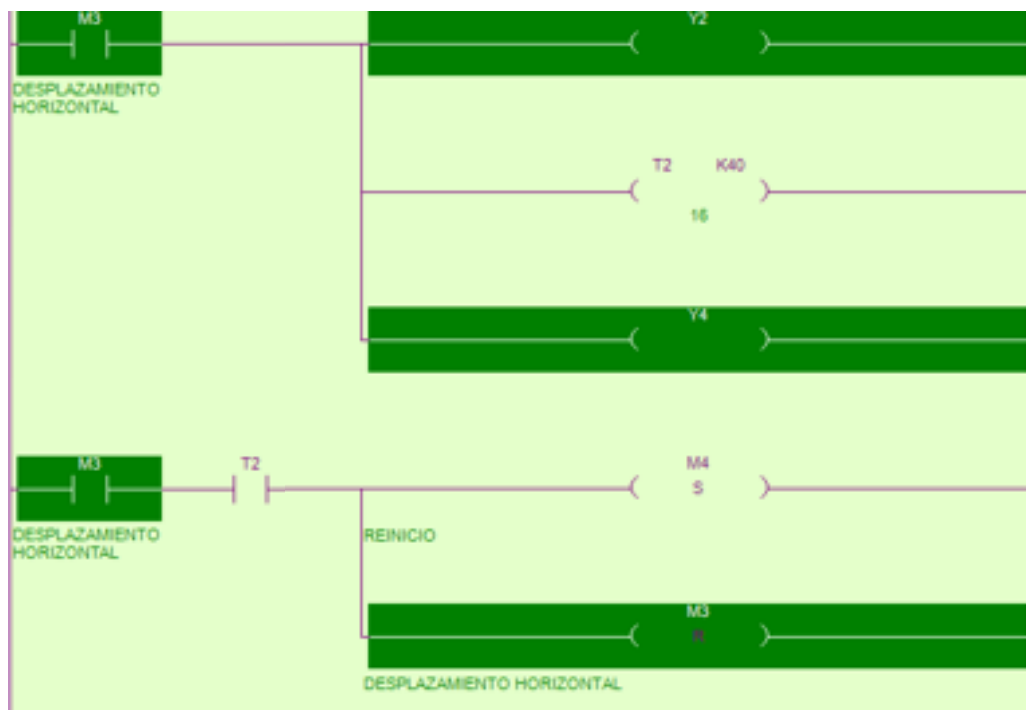


Figura 27. Diagrama de escalera: estado M3

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Discusión:

Se pasa al estado M3 en el cual el punzón inferior continua en su posición final, dejando las perillas fuera de su base, y al mismo tiempo un cilindro neumático lateral derecho desplaza las perillas hacia afuera de la mesa de trabajo.. Estas acciones se representan con el encendido de Y2 y Y4.



Figura 28. Representación de una acción por medio del encendido del foco

Por último el estado M4 indicado en la figura 29.

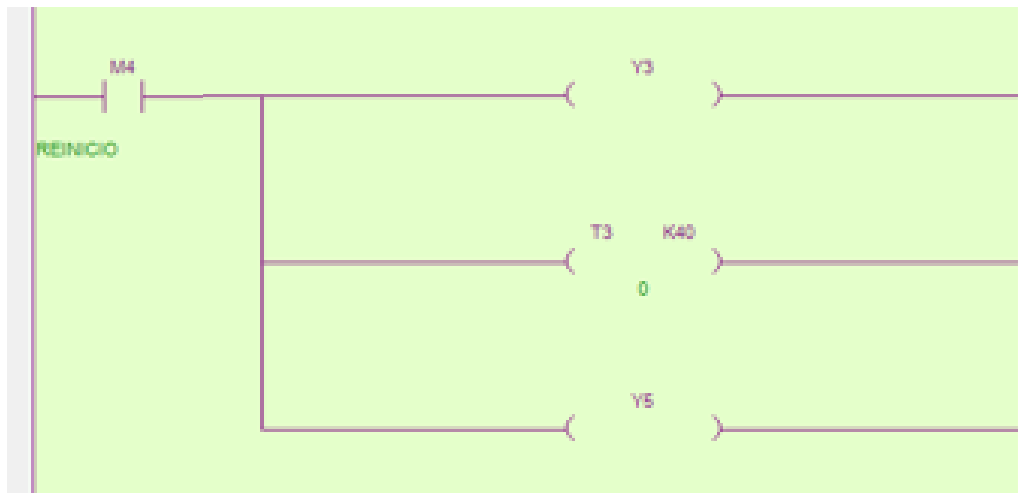


Figura 29. Diagrama de escalera: estado M4

Discusión:

En el estado M4 el punzón inferior regresa a su posición inicial, y al mismo tiempo un cilindro neumático lateral izquierdo regresa a su ubicación, listos para empezar un nuevo ciclo. Estas acciones se representan con el encendido de Y3 y Y5.



Figura 30. Representación de una acción por medio del encendido del foco

La figura 31 muestra un caso de paro de emergencia.

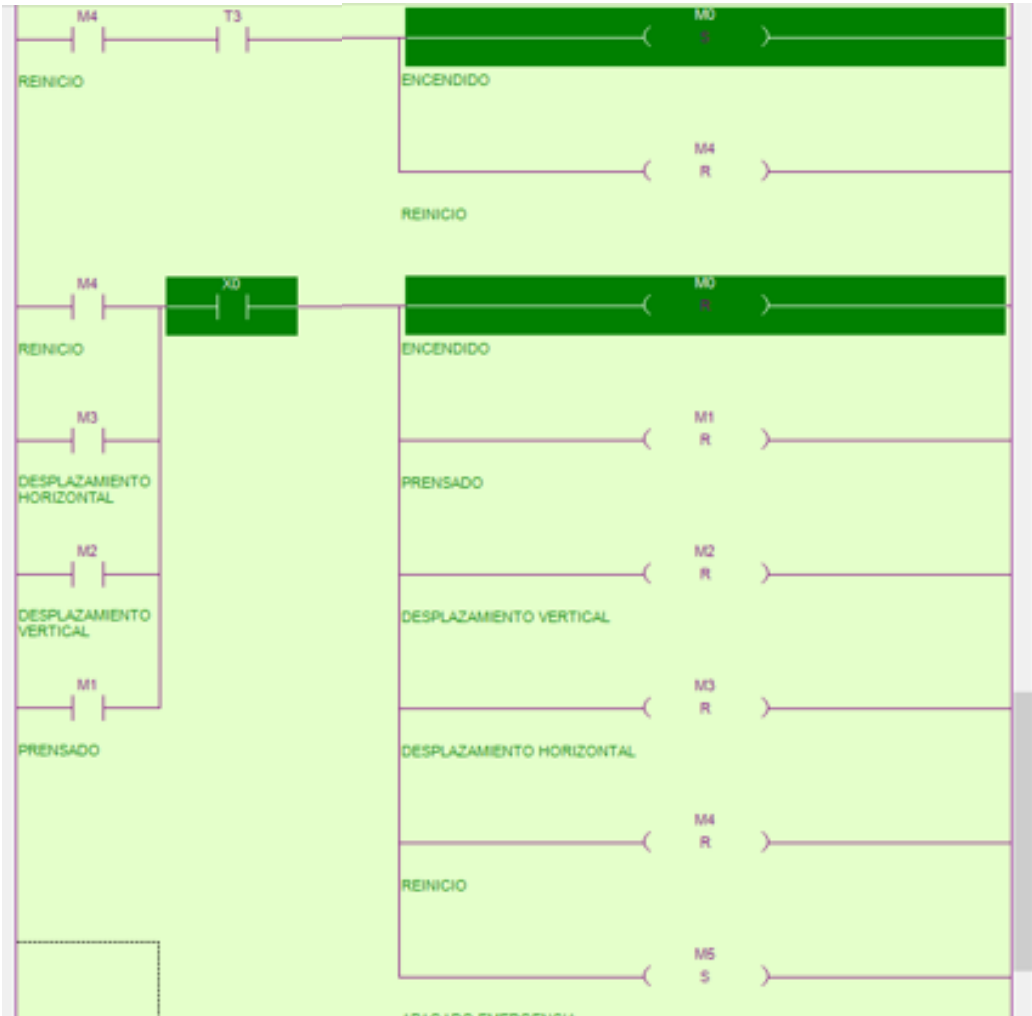


Figura 31. Diagrama de escalera: paro de emergencia, estado M0

Discusión:

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

En el caso de acontecerse un problema o emergencia el operario tendrá la opción de un paro de emergencia, por medio de un botón de para con enclavamiento, el cual sin importar en que operación o estado que se encuentre la máquina, redirige a un estado M5 en la cual se resetean todas las memorias y la operación en la que este la máquina se detiene totalmente.

Función del desenclavamiento mostrada en la figura 32.

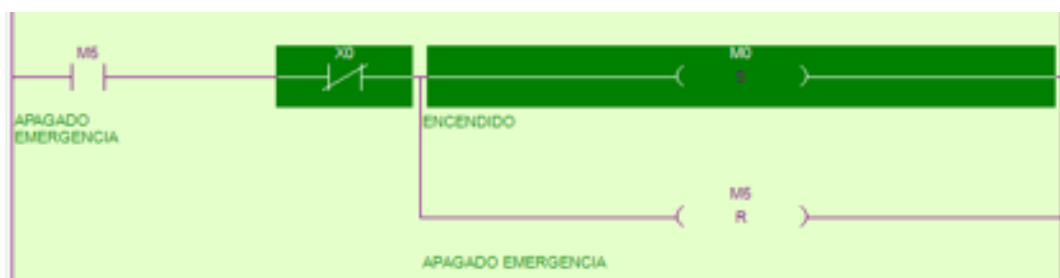


Figura 32. Diagrama de escalera: desenclavamiento

Discusión:

Una vez solucionada la emergencia o corregido el problema el operario desenclava el botón de emergencia, regresando al estado M0, en donde la máquina esta lista para recibir instrucciones.

Resultados

Se realizó un VSM (Value Stream Mapping) en el área de producción de ensambles de perillas y apliques, desde que el material es traído desde almacén, hasta la parte de empaquetado del mismo, el problema de tiempos se encuentra principalmente en la estación de ensambles, a lo cual se analizara a fondo las condiciones de la misma actualmente.

En la figura 33 se muestra a detalle el procedimiento completo que se requiere realizar para obtener como resultado el ensamble de la perilla con su respectivo aplique.

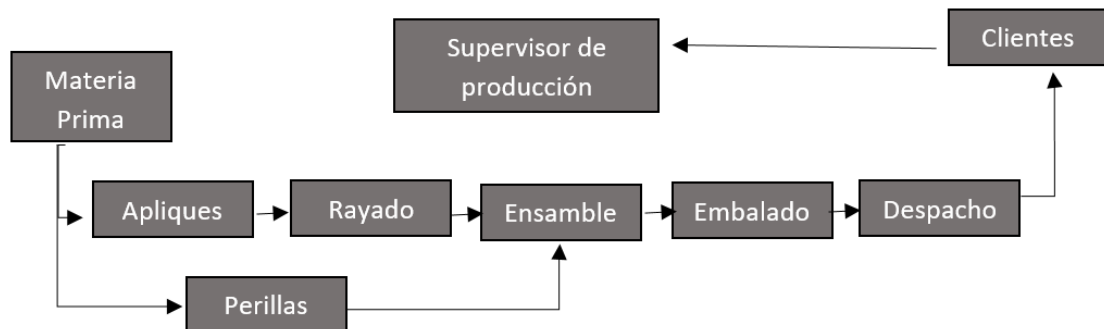


Figura 33. VSM en el área de producción de perillas

Sin embargo solo concierne analizar la estación de ensamble. En la figura 34 detalla los parámetros de trabajo de dicha estación.

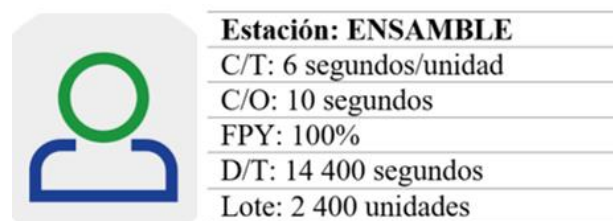


Figura 34. Características del área de ensamble

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Donde:

C/T: Tiempo que demora el operador hacer una unidad ensamblada

C/O: Tiempo de ensamble completo incluyendo pulido de aplique

FPY: Calidad del lote

D/T: Tiempo para realizar un determinado pedido

Lote: Cantidad de unidades para embalarsé y pasar a la siguiente estación.

Se puede determinar que en una hora realizan 600 apliques.

Disminuyendo el 20% por fatiga, un punto siempre presente cuando las operaciones son netamente realizadas por una persona resulta que los operadores realizan 420 unidades por hora.

Implementando la prensa neumática

En la tabla 6 se indicara a detalle los movimientos de la prensa neumática y cuanto tardan en cada uno, tomando en cuenta que el lote por operación es de 10 unidades.

Tabla 6

Tiempos de cada estado.

ESTADOS			
M-1	M-2	M-3	M-4
Operación: Descenso del dispositivo superior de prensado.	Operación: Ascenso del dispositivo inferior para desplazar las perillas de sus ubicaciones individuales.	Operación: La barredora lateral desplaza las perillas ya con apliques fuera de la base de trabajo mientras el dispositivo inferior sigue en la posición final.	Operación: Regreso de la barredora y el cilindro inferior a su posición inicial.
4 [s]	4 [s]	4 [s]	4 [s]
Total: 16 [s]			

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Determinamos que en los 16 segundos de operación se realizan 10 ensambles.

Lo que nos da un total por hora de 2250 unidades.

Aplicando el 20% de desgaste del operario por fatiga, resultan 1800 ensambles por hora.

Mejorando la productividad en función de la cantidad de unidades realizadas en un 375 %.

Discusión

Conclusiones

- Se cumplió con el objetivo de analizar el punto más crítico de la prensa neumática diseñada con acero estructural A36 como material del bastidor y acero de transmisión para los pasadores en el software Ansys, para ello se diseñó el modelado de la misma en el software Solidworks, además se realizó la simulación de los tiempos de trabajo en el mismo programa basado en la mejora de la operación de trabajo, esto permitió comparar los resultados del proceso real con los de la simulación concluyendo que la prensa neumática como opción para mejorar y estandarizar el trabajo, mejora los tiempos de operación, aumentando la cantidad de ensambles producidos por jornada.
- Con los datos obtenidos de la simulación en Ansys partiendo de los parámetros geométricos de los planos de solidworks, se concluye que el valor del diámetro del pasador más crítico, el cual se encuentra en el punzón de aplastamiento de las perillas, debe tener el diámetro mínimo de 6.3 mm, aproximándolo a una medida comercial puede tener la medida de 1/4" con un factor de seguridad de 5.
- Se mejora notablemente la producción de unidades realizadas en una hora en casi un 400%, sin embargo, se necesita de un trabajo estandarizado para optimizar la entrada de material a la prensa, caso contrario, la implementación de la prensa no serviría de mucho.
- Solidworks como herramienta de diseño de construcción 3D es fácil de usar, tiene una interfaz muy amigable con el usuario y acompaña al diseñador de manera muy completa para un desempeño adecuado.
- Se utilizó la programación por estados con el uso de memorias para el desarrollo del programa facilitando así el desarrollo del mismo.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

- Se realizó la implementación en el PLC, una vez identificadas las entradas y salidas del problema, motivo por el cual no se presentaron inconvenientes en la implementación del software.
- El personal encargado de diseñar una máquina-herramienta o elemento mecánico debe restringir el esfuerzo en un material a un nivel que sea seguro. Además una estructura o máquina continuamente en uso puede en ocasiones tener que ser analizada para ver que carga adicional puede soportar sus miembros o partes. Así que nuevamente es necesario efectuar los cálculos usando un esfuerzo permisible seguro.

Recomendaciones

- Para optimizar la calidad del trabajo en referencia a los tiempos de respuesta de los vástagos de los cilindros neumáticos, se recomienda utilizar sensores de fin de carrera, así se tiene un tiempo exacto de respuesta y no un tentativo en función de cuanto demora el vástago en llegar a su posición final.
- Se puede alargar el tiempo de vida útil de los pasadores, realizándoles un tratamiento térmico de revenido para aumentar su geometría en un 5%.
- Se recomienda aumentar la cantidad de unidades a ensamblarse en la mesa de trabajo hasta en un 300%, ya que el cilindro neumático con su mínimo rango de trabajo el cual es un bar, puede ejercer el mismo sin inconvenientes.

Referencias bibliográficas

- 3D CAD Portal. (2018). Obtenido de <http://www.3dcadportal.com/ansys.html>
- Amezquita G. (2003). “Diseño de una prensa neumática”, Tesis de Pregrado, Instituto Politécnico Nacional, Mexico, DF.
- Bohman I. (2018). Catálogo de materiales. <https://www.ivanbohman.com.ec/> obtenido de <https://www.ivanbohman.com.ec/product-detail/catalogo-2018/>
- Hibbeler, RC. (2004). Dinámica, Prentice Hall, 10ma Edición, México.
- Hibbeler, RC. (1995). Mecánica de Materiales, Prentice Hall, 3ra Edición, México.
- Beer, F. P., Jhonston, ER. (1998). Mecánica de Materiales, Mc Graw Hill. 2da Edición, Mexico.
- Beer, F. P., J. J. (2010). Mecánica vectorial para ingenieros. 9na Edición, Mexico, D.F.: McGraw-Hill.
- Industrias Delgado. (2018). www.industriasdelgado.com.ar/ Obtenido de https://www.industriasdelgado.com.ar/esp/p_arandelas.html.
- Festo (2019). https://www.festo.com/cms/es-mx_mx/index.htm Obtenido de https://www.festo.com/cat/es-mx_mx/products_CRDNG
- Guevara, F. (2007). Física básica. Quito: Editorial Lascano.
- Krar, S. F. (2002). Tecnología de máquinas – herramientas. México: Alfaomega.
- Mikell P. Groover. (1996). Procesos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas. Editorial Pearson/Prentice hall. Impreso en México.
- Mors, J. F. (2009) Máquinas eléctricas. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Mott, R. L. (1998). Resistencia de Materiales Aplicada, Prentice Hall. 3ra Edición, Mexico.
- Mott, R. L. (1996). Diseño de elementos de máquinas, Prentice Hall. 2ra Edición, Mexico.

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Mott, R. L. (2006). Diseño de elementos de máquinas. Pearson Education.

Navarrete E., Ramos P. (2015). Diseño y simulación de una prensa hidroneumática para el corte de hojas en polietileno de baja densidad para puertas de automóviles, Tesis de Pregrado. Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador.

Texticom. (5 de enero del 2018). <http://www.texticom.com/> obtenido de <http://www.texticom.com/content/home.php>

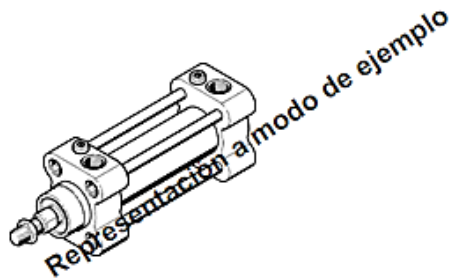
Sermant. (25 de Noviembre de 2018). www.sermant.com.ec. Obtenido de <http://sermant.com.ec/>

SolidWorks. (20 de Octubre del 2018). Quito. Obtenido de filestream:http://forceeffect.autodesf.com/temporary/report.html

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Anexos

Anexo A- Catálogo de los cilindros neumáticos.

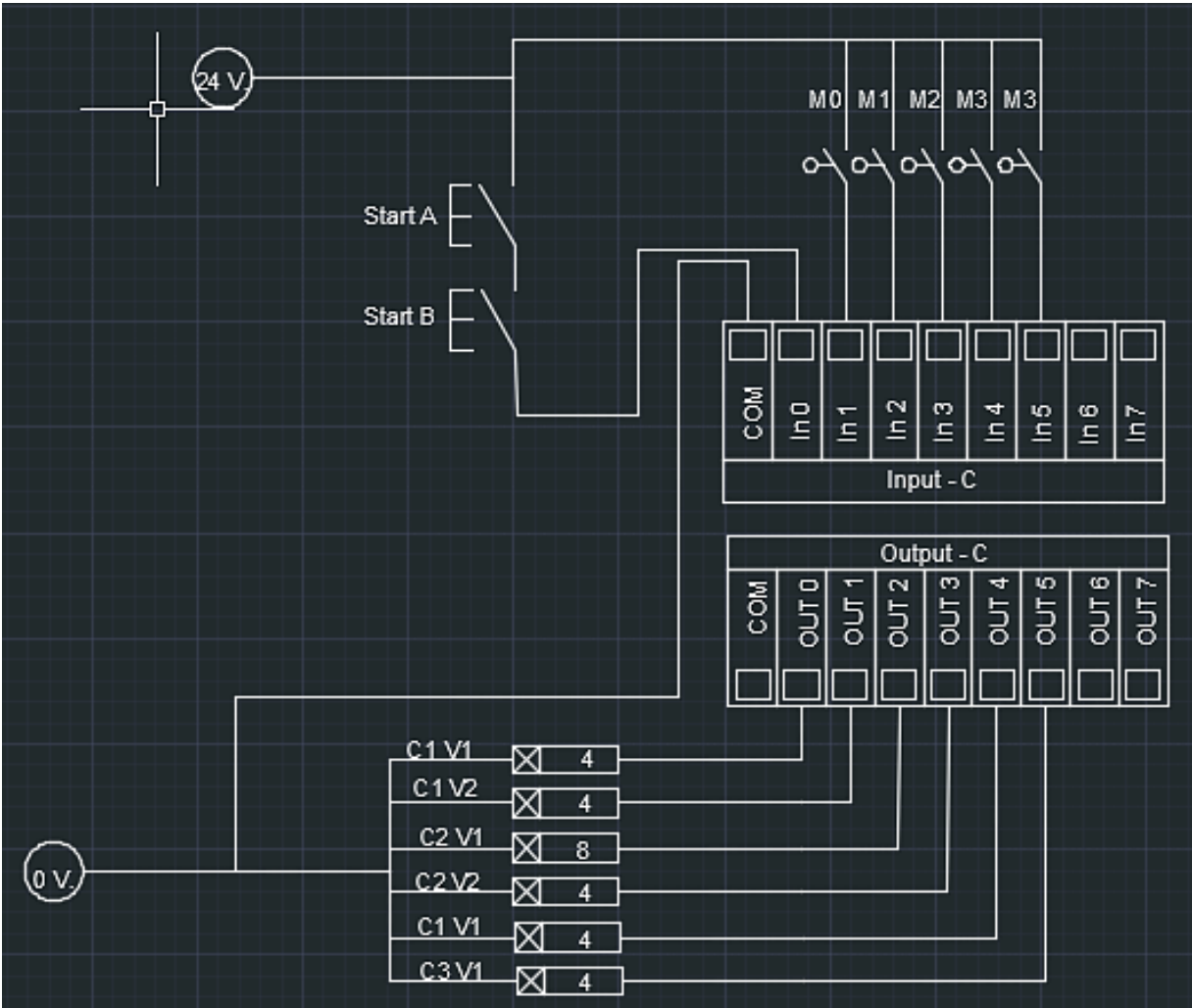


Hoja de datos

Característica	Valor
Carrera	10 ... 2.000 mm
Diámetro del émbolo	50 mm
Amortiguación	PPV: amortiguación neumática regulable a ambos lados
Posición de montaje	indistinto
Corresponde a la norma	ISO 15552 (hasta ahora también VDMA 24652, ISO 6431, NF E49 003.1, UNI 10290)
Construcción	Embolo Vástago
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Presión de funcionamiento	0,6 ... 10 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	4 - riesgo de corrosión muy alto
Apto para el contacto con alimentos	Información detallada sobre el material
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Clasificación marítima	véase el certificado
Carrera de amortiguación	23 mm
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	990 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	1.178 N
Peso adicional por 10 mm de carrera	60 g
Peso básico con carrera de 0 mm	2.160 g
Tipo de fijación	a elegir: con rosca interior con accesorios
Conexión neumática	G1/4
Material de la culata	Fundición de acero
Material de las juntas	TPE-U(PU)
Material de la carcasa	Acero inoxidable de aleación fina
Material del vástago	Acero inoxidable de aleación fina

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

Anexo B- Plano de conexión eléctrico.

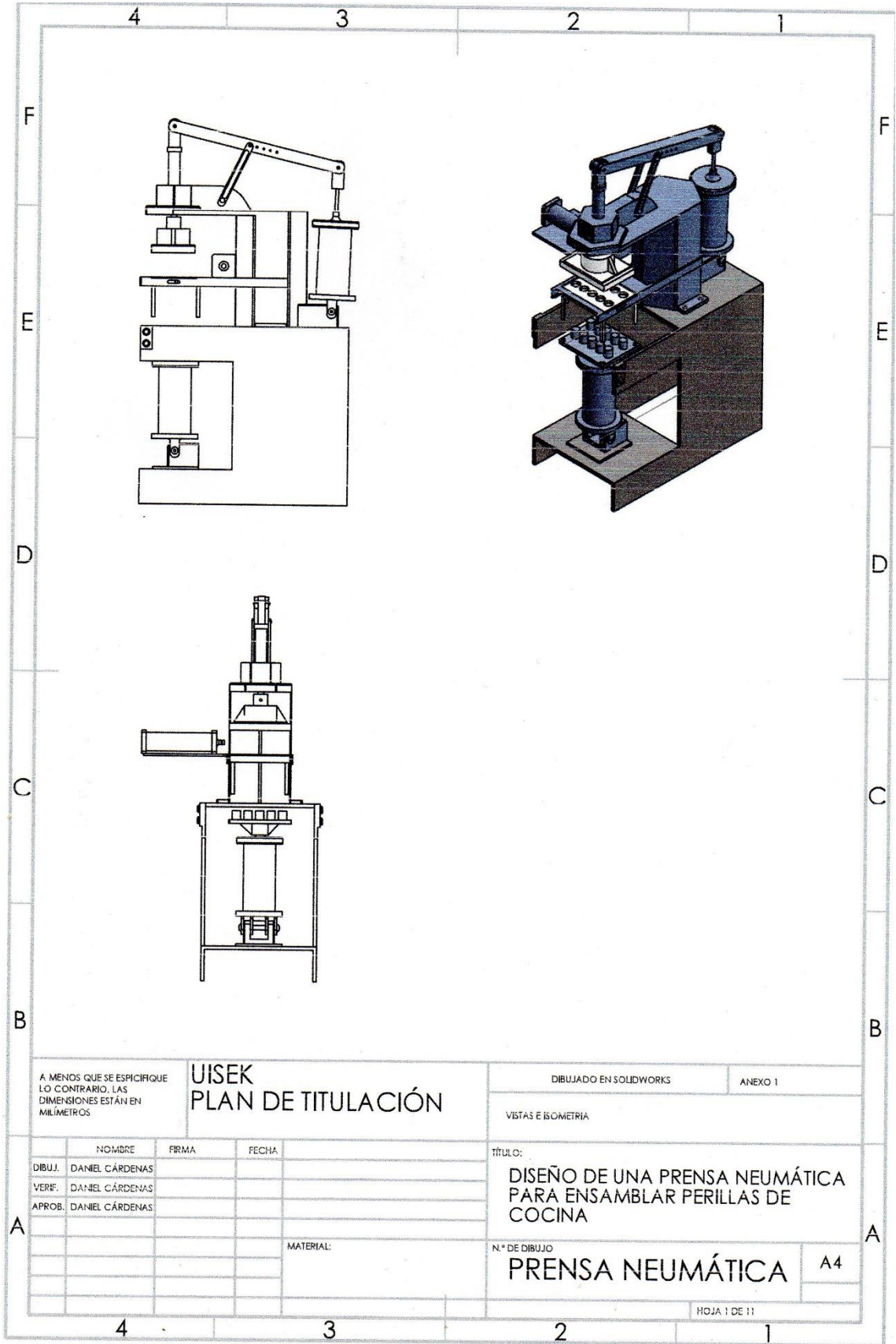


Anexo C - Información técnica del compresor marca INDURA.

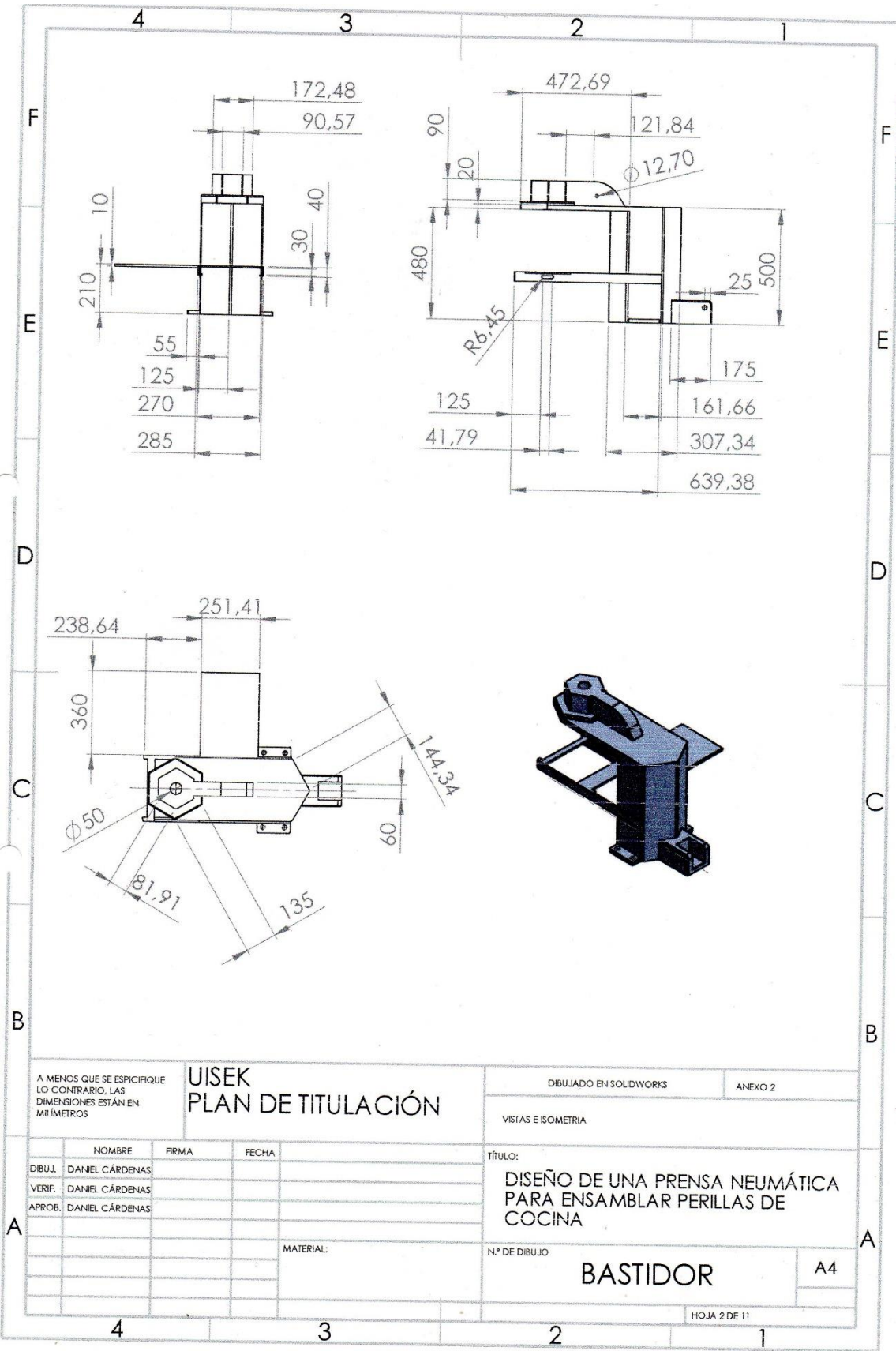
Conexion de Red	220 volts
Flujo Entrada	254 lts/min
Frecuencia	50 Hz
Potencia Absorbida	1,15 KVA
Potencia de entrada máxima	2 HP
Flujo de salida	190 lts/min
Capacidad Estanque	100 lts
Dimensiones	390 x 770 x 950 mm
Peso	69 kg
Producto Incluye	Kit de Ruedas
Presión máxima de salida de aire	9-131 Bar/PSI
Nivel de ruido	96 db
Garantía	1 año

DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

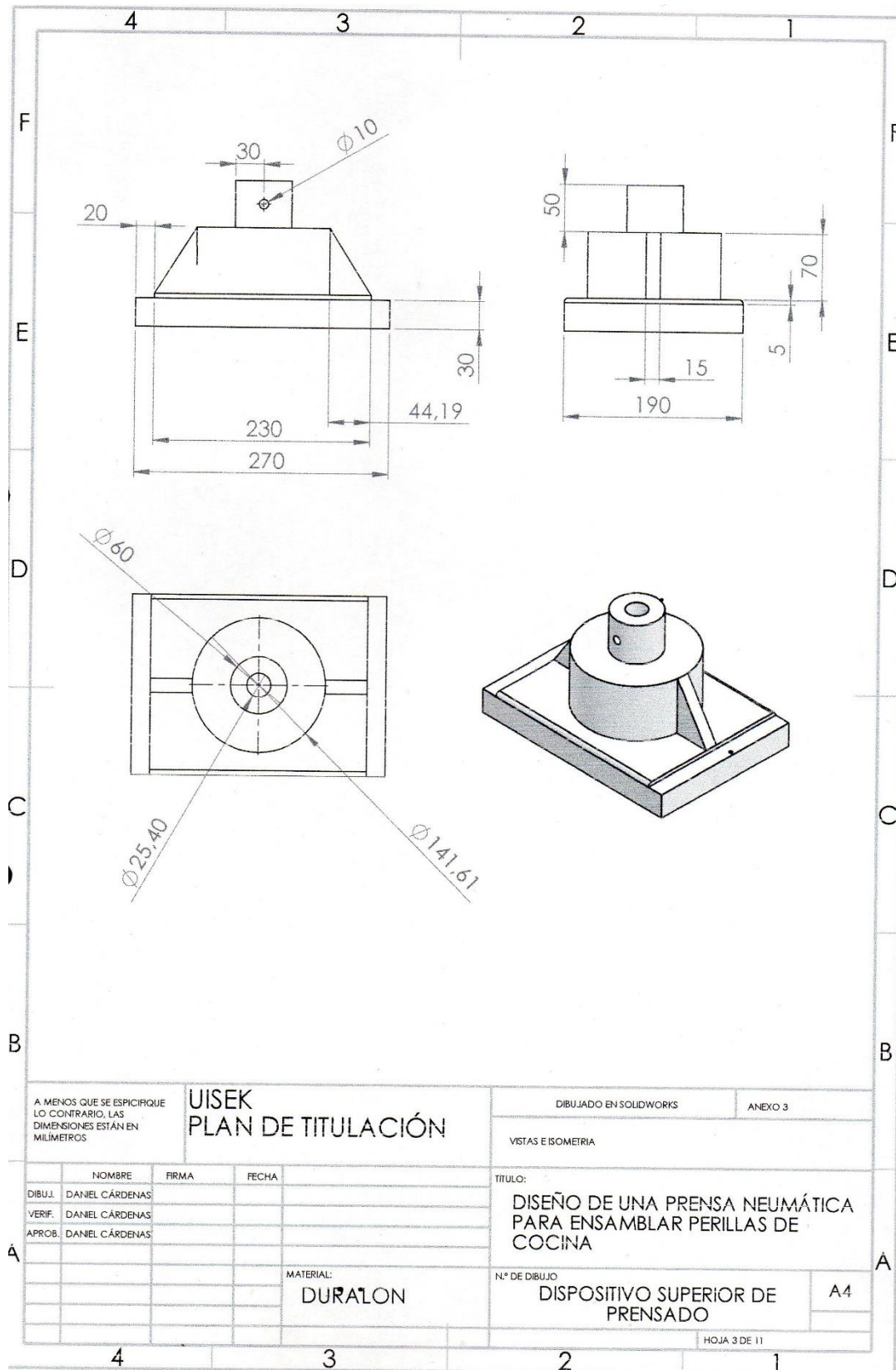
Anexo D – Planos de construcción



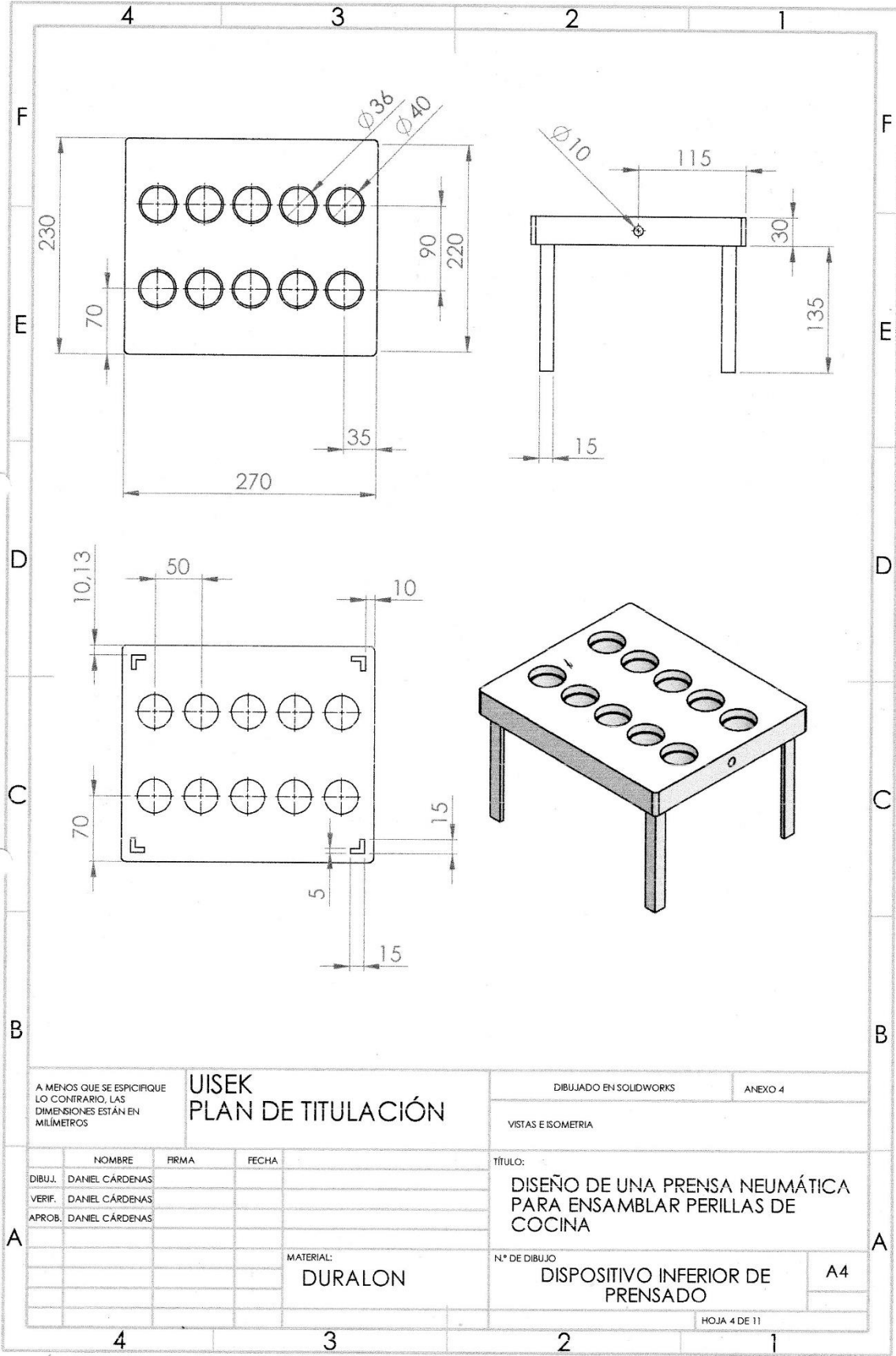
DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA



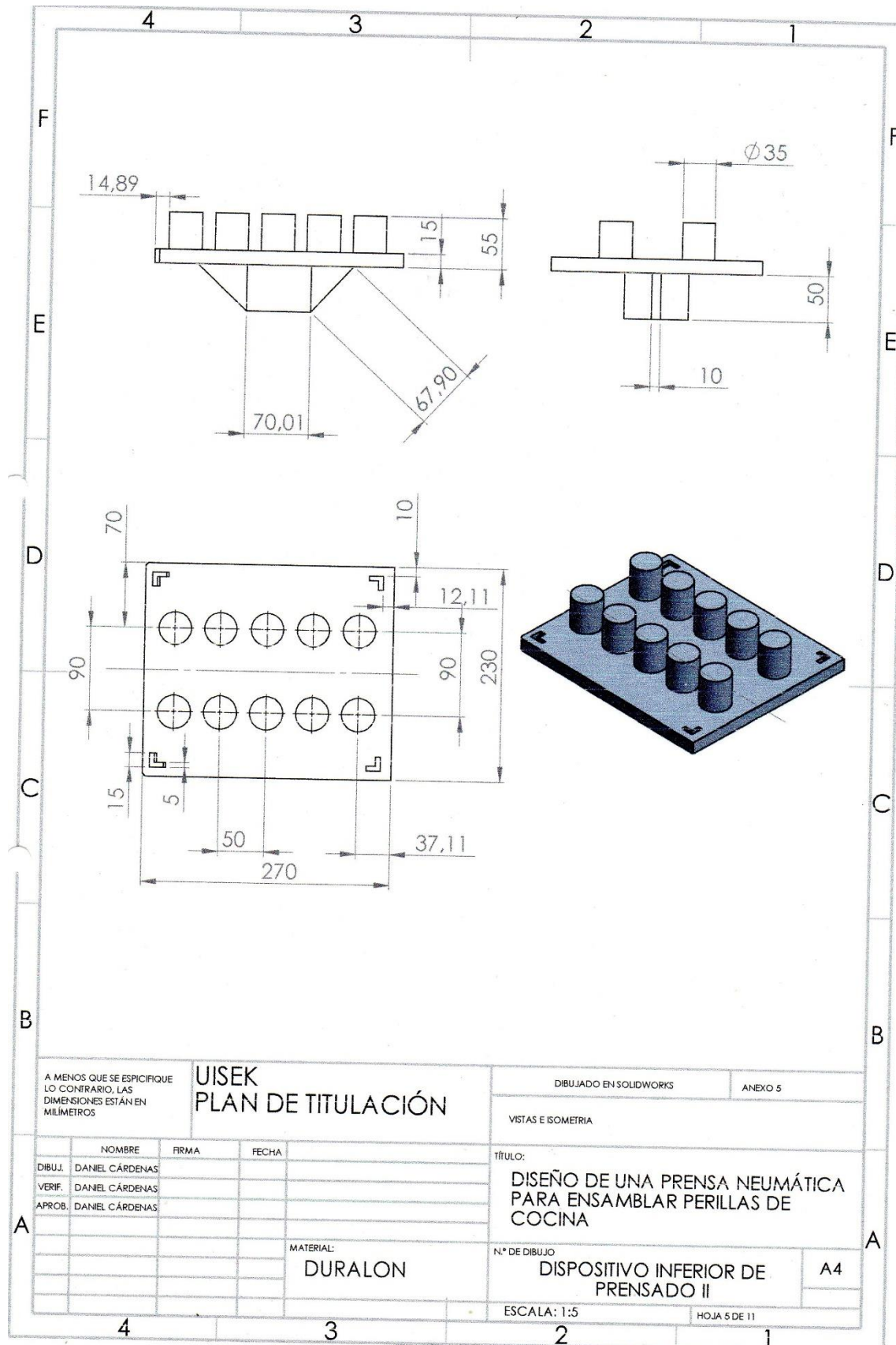
DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA



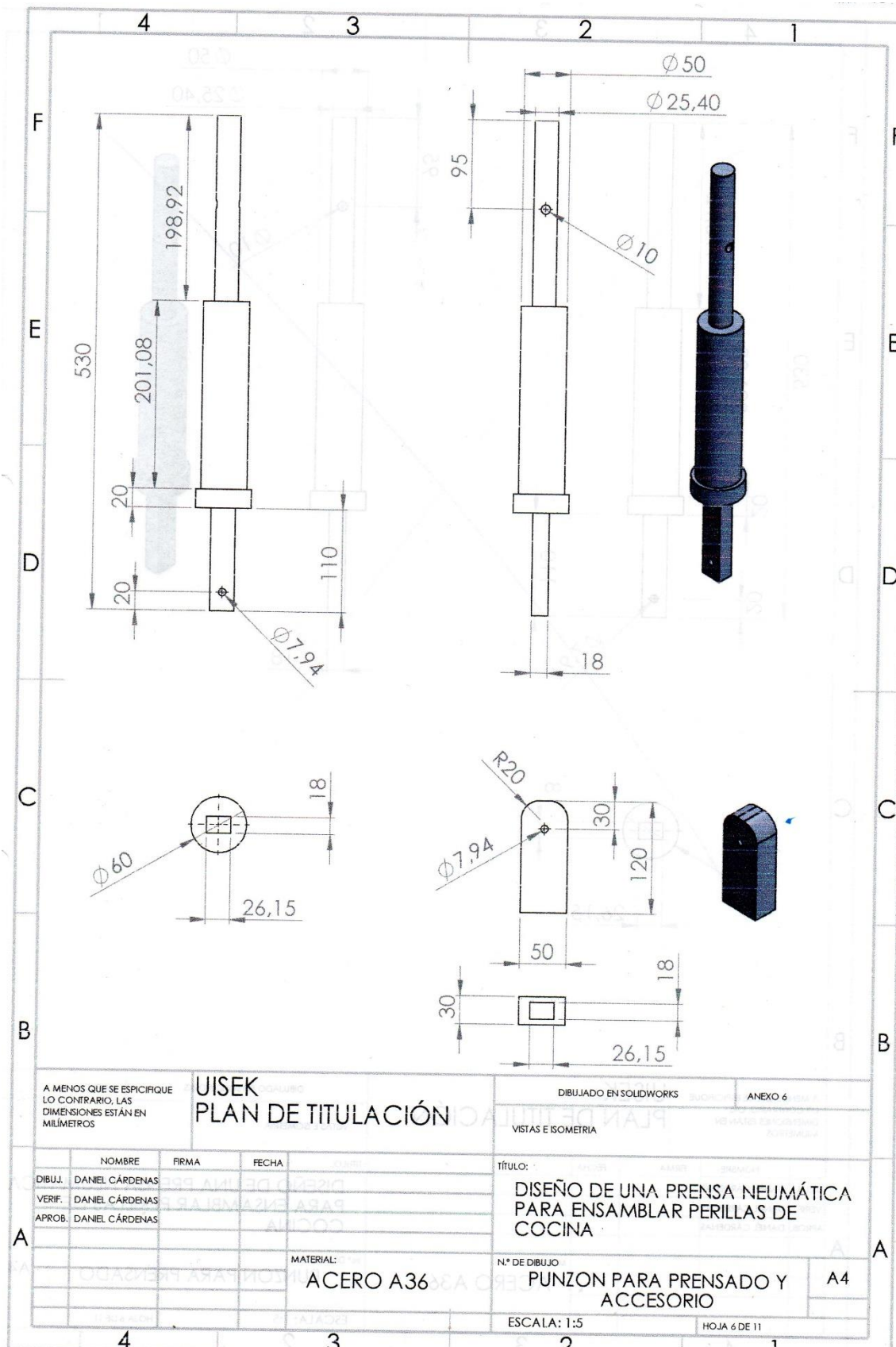
DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA



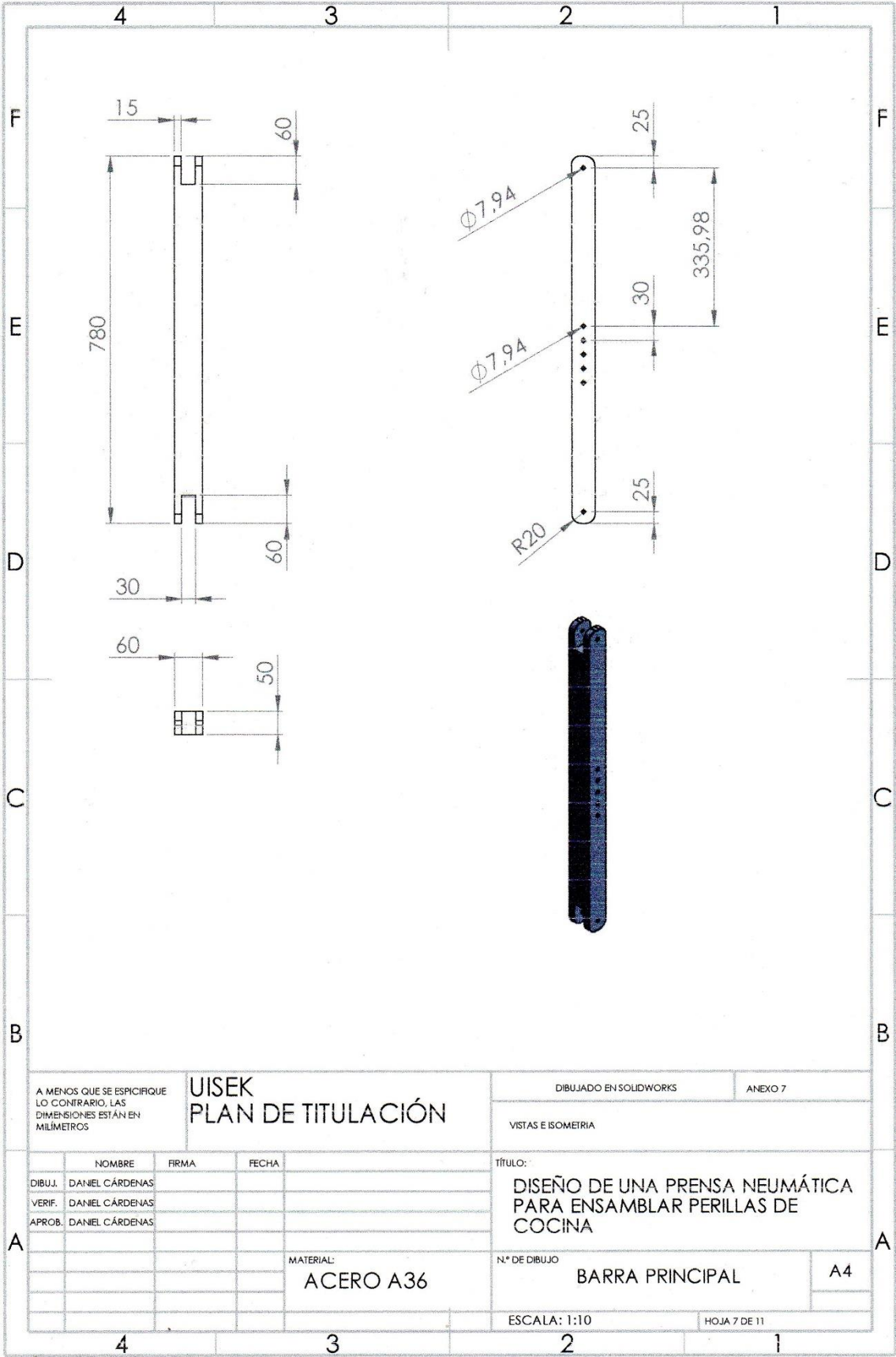
DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA



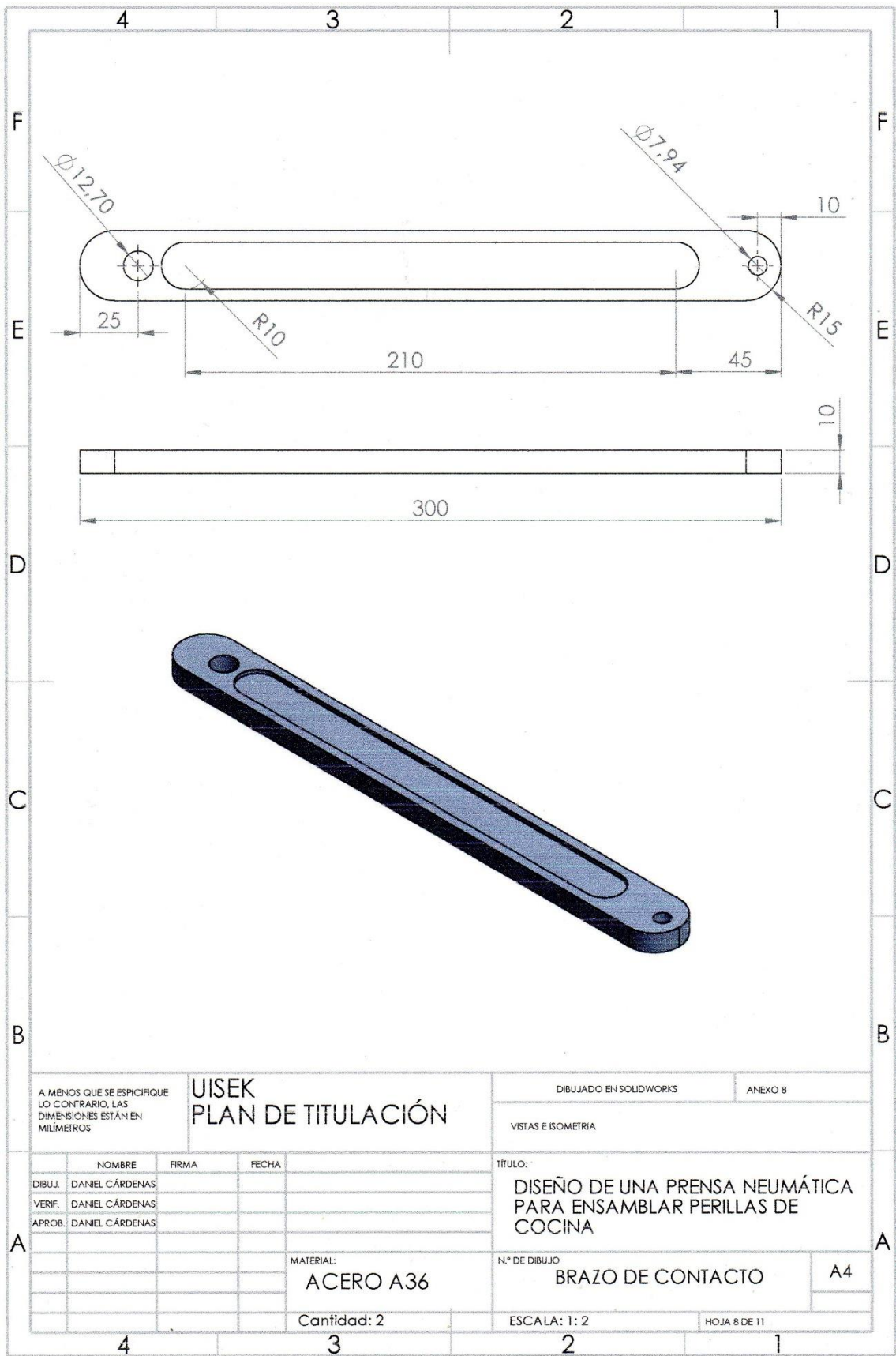
DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA



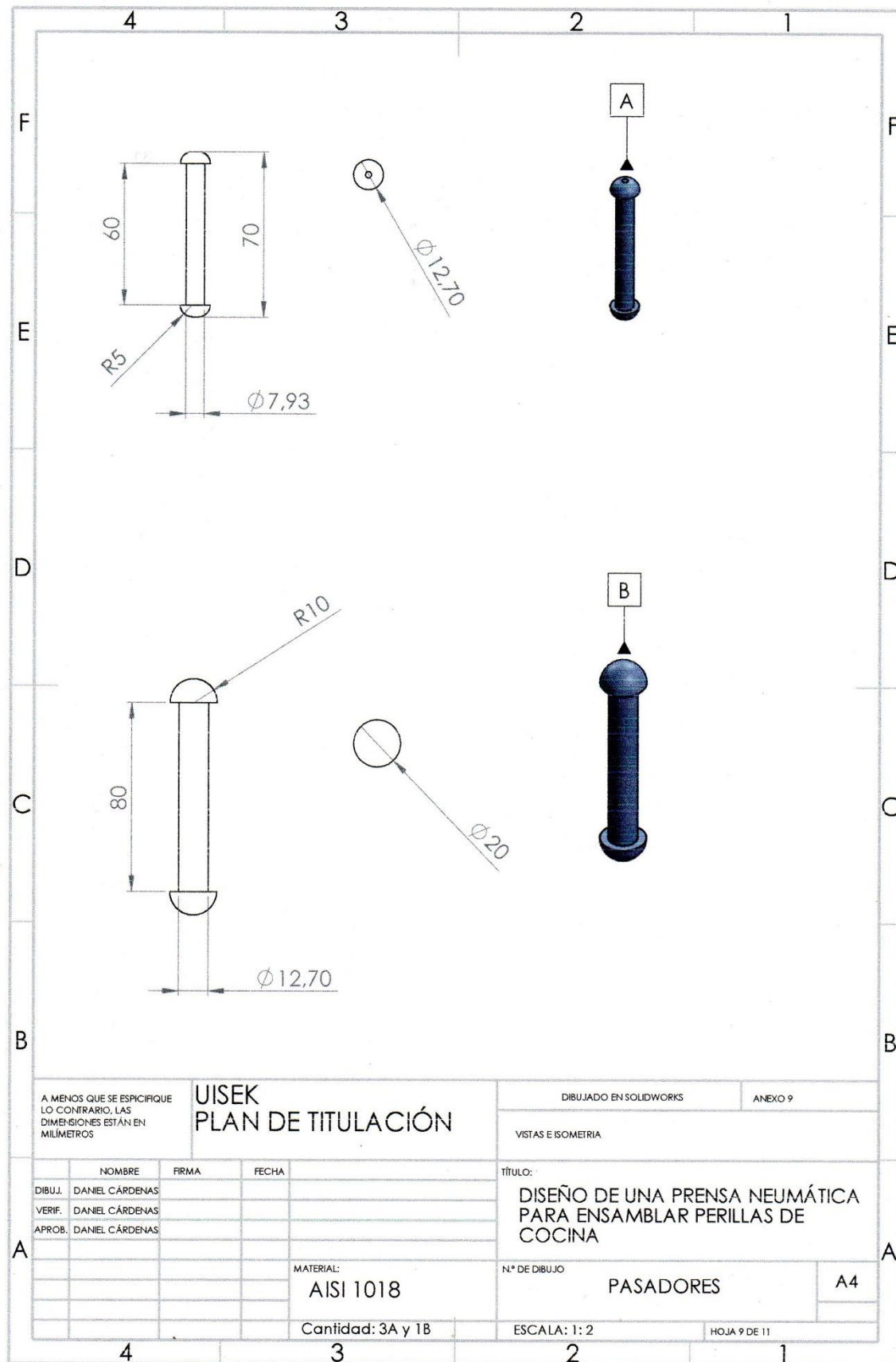
DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA



DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA



DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA



DISEÑO DE UNA PRENSA NEUMÁTICA

