



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LOS SISTEMAS CABEZAL DE  
IMPRESIÓN Y ARRASTRE DE PAPEL PARA  
UNA IMPRESORA DE CÓDIGO BRAILLE

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECATRONICO

PRESENTA  
HELENA GALVÁN SUAREZ  
JORGE IVÁN MACÍAS MEJÍA



DIRECTOR DE TESIS  
DR. JESÚS MANUEL DORADOR GONZÁLEZ

México, D.F.

ABRIL 20011



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Hay que unirse, no para estar juntos, sino para hacer algo juntos.*

*Juan Donoso Cortés*

---

# Agradecimientos

*Sueños, ilusiones y esperanzas es lo que vemos al voltear hacia el futuro, de cada uno de nosotros depende convertirlos en metas a alcanzar. Existen varios caminos, cada cual con sus pros y sus contras, pero con buenos consejeros y acompañantes (padres, hermanos, amigos y maestros) caminando a nuestro lado, es que vamos tomando las decisiones de por cual rumbo seguir.*

*Los consejos y la compañía de cada uno de ellos son diferentes. Nuestros padres tienen la experiencia de los años, esa experiencia que con gusto comparten con nosotros confiando en que le daremos un buen uso para lograr alcanzar nuestras metas, siempre apoyándonos y creyendo en nosotros, creyendo en que lo lograremos.*

*Los hermanos nos cuidamos mutuamente, nos escuchamos y damos consejos, nos apoyamos, en ocasiones nos peleamos y enojamos, pero sobre todo, nos divertimos y relajamos siempre que se puede.*

*Las relaciones con los amigos son muy diversas, pero el fin principal es estar juntos en todo momento y en cualquier situación sin importar la distancia física, divertirnos, escucharnos, estudiar, apoyarnos y seguir adelante hasta alcanzar nuestras metas, ya sean en común o individuales.*

*Los maestros nos brindan su experiencia profesional, nos enseñan no sólo la parte técnica, sino que también nos dan consejos que nos servirán en el mundo laboral; y hay quienes también dan consejos en cuanto a la vida cotidiana, consejos que muy probablemente en el momento no sean tomados en cuenta, pero que con el tiempo adquirirán su verdadero valor.*

*Todas las experiencias vividas con cada una de estas personas, los consejos recibidos, los caminos por los que hemos transitado juntos, y aquellos por los que nos separamos, diferencias superadas y demás, son lo que han hecho posible la realización del presente trabajo, terminando así una etapa muy importante de mi vida y comenzando un nuevo trayecto, con nuevas metas que alcanzar, manteniendo la compañía de algunos y dejando atrás a otros, pero no sin antes agradecer por todo el tiempo y apoyo recibidos durante este período.*

*A mis padres, hermanos, amigos y maestros  
Con todo mi cariño, gratitud y afecto  
Helena Galván Suárez  
Jorge Iván Macías Mejía  
Abril 2011*

---

# Contenido

|  |            |
|--|------------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                | <b>III</b> |
| <b>CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES</b>                     | <b>1</b>   |
| 1.1 Ceguera y debilidad visual en México           | 1          |
| 1.2 Origen del sistema braille                     | 3          |
| 1.3 Generación del código braille                  | 3          |
| 1.4 Medios de impresión en código braille          | 5          |
| 1.4.1 Dispositivos manuales                        | 5          |
| 1.4.2 Dispositivos mecánicos                       | 6          |
| 1.4.3 Dispositivos mecatrónicos                    | 7          |
| 1.5 Partes que conforman a la impresora braille    | 8          |
| <b>CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA DE DISEÑO</b>            | <b>12</b>  |
| 2.1 Clarificación de objetivos                     | 14         |
| 2.2 Establecimiento de funciones                   | 15         |
| 2.3 Fijación de requerimientos                     | 17         |
| 2.4 Generación de alternativas o Diseño conceptual | 21         |
| 2.4.1 Sistema de arrastre de papel                 | 21         |
| 2.4.2 Cabezal de impresión                         | 24         |
| 2.5 Evaluación de alternativas                     | 27         |
| 2.5.1 Sistema de arrastre de papel                 | 27         |
| 2.5.2 Cabezal de impresión                         | 29         |
| <b>CAPÍTULO 3 DISEÑO DE CONFIGURACIÓN</b>          | <b>32</b>  |
| 3.1 Diseño mecánico                                | 33         |
| 3.1.1 Sistema de arrastre de papel                 | 33         |
| 3.1.2 Cabezal de impresión                         | 40         |
| 3.2 Diseño electrónico y control                   | 48         |
| 3.2.1 Sistema de arrastre de papel                 | 48         |
| 3.2.2 Cabezal de impresión                         | 54         |

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 4 PRUEBAS Y RESULTADOS</b> | <b>61</b>  |
| 4.1 Manufactura de piezas              | 61         |
| 4.2 Ensamble                           | 62         |
| 4.3 Pruebas                            | 65         |
| <b>CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES</b>         | <b>68</b>  |
| 5.1 Conclusiones                       | 68         |
| 5.2 Trabajo a futuro                   | 70         |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                    | <b>72</b>  |
| <b>APÉNDICE A</b>                      | <b>78</b>  |
| <b>APÉNDICE B</b>                      | <b>193</b> |
| <b>APÉNDICE C</b>                      | <b>201</b> |

# Introducción

Los ojos proporcionan el sentido de la vista, ésta resulta ser una de las facultades más importantes para el ser humano, debido a que le permite relacionarse con su medio ambiente, reconocer los objetos que lo rodean en lo que respecta a movimiento, forma, tamaño, color y luminosidad, y así tener acceso a la información de su entorno.

Cuando se carece de esta facultad, en forma total o parcial, es decir, cuando las personas son ciegas o presentan alguna discapacidad visual, deben recurrir a medios alternativos propios, tales como agudizar el resto de sus sentidos, o bien allegarse de la prótesis correspondiente, es decir, mecanismos tecnológicos o científicos sustitutivos o de apoyo, para estar en posibilidad de percibir la realidad de su entorno.

En lo que se refiere a la lectura y escritura, actualmente existe tecnología especializada que sirve de apoyo a este grupo de personas, principalmente en el manejo de equipo de cómputo, por ejemplo software, que puede leer el texto que se encuentra en pantalla o ampliar el tamaño de la letra del procesador de textos, así como software y hardware de dictado. A pesar de estos avances tecnológicos, el sistema de lecto-escritura braille sigue siendo necesario, pues no todas las personas de este grupo pueden contar con una computadora, razón por la cual tienen que leer y escribir conforme al sistema braille.

El hecho de que el sistema braille se siga utilizando, como instrumento indispensable y único, en muchos casos, hace necesario y pertinente el desarrollo de tecnologías que faciliten su uso, estas tecnologías originan el desarrollo de esta tesis.

Con base en lo anteriormente mencionado, el **objetivo general del presente proyecto es desarrollar una impresora braille que utilice tecnología disponible en México, cuya construcción sea de bajo costo para lograr su inserción en más lugares donde sea necesaria. El objetivo específico es desarrollar el diseño de configuración del sistema de arrastre de papel y del cabezal de impresión, así como un prototipo funcional del cabezal de impresión, dejando para trabajos posteriores el prototipo del sistema de arrastre de papel, el sistema de soporte y la comunicación entre computadora-impresora e impresora-usuario, así como la definición de apariencia.**

Para cumplir con el objetivo establecido, el trabajo se dividió en cinco partes. En el primer capítulo se habla sobre la población que padece ceguera o debilidad visual, lo que es el sistema braille y los instrumentos existentes para su impresión. En el segundo capítulo se hace referencia a un método de diseño en específico y su implementación en el desarrollo del presente trabajo. El tercer capítulo trata exclusivamente del diseño de configuración para cada uno de los sistemas a desarrollar, arrastre de papel y cabezal de impresión. En el capítulo cuatro se habla sobre los procesos de manufactura que se utilizaron para el prototipo funcional del cabezal de impresión, así como su ensamble, pruebas y resultados. Por último, en el capítulo cinco se dan las conclusiones a las que se llegaron tras finalizar el presente trabajo, así como las acciones a futuro para poder cumplir con el objetivo general.



# CAPÍTULO 1

## ANTECEDENTES

### 1.1 Ceguera y debilidad visual en México

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que hay en el mundo 314 millones de personas con discapacidad visual, 45 millones de las cuales son ciegas; aproximadamente el 87% se encuentran en países en desarrollo. Otro dato importante menciona que un 85% de los casos mundiales de discapacidad visual son evitables.

En el Censo de Población y Vivienda 2010, realizado por el INEGI, se registraron 5'739,270 personas con discapacidad, 5.1% de la población total del país. En los datos que se ofrecen se resalta que la proporción de mujeres con discapacidad es mayor que la de hombres. Las discapacidades son clasificadas en: motriz, visual, mental, auditiva, de lenguaje, para atender el cuidado personal y falta de atención. La distribución de estas discapacidades se puede observar en la *Figura 1.1*.



Figura 1.1 Distribución de los tipos de discapacidad en México.<sup>1</sup>

De esta estadística se desprenden los siguientes datos sobre personas con discapacidad visual:

- En México existen 1'561,081 habitantes con dicha discapacidad.
- La discapacidad visual ocupa el segundo lugar después de la motriz.

Según la CNDH, 2002c, la *discapacidad visual* puede ser ceguera o debilidad visual.

La *ceguera* es la ausencia total del sentido de la vista, ya sea su origen congénito o adquirido, que le impide a la persona valerse por sí misma en actividades que requieren exclusivamente de la capacidad de ver.

La *debilidad visual* es la reducción significativa del sentido de la vista, que independientemente del tratamiento que se realice, ya sea cirugía o el uso de elementos de apoyo (lentes, lupas, microscopios u otros), sigue limitando a la persona para valerse por sí misma. Esta discapacidad puede originarse de forma congénita o de manera adquirida.

En el documento anteriormente mencionado, también se menciona que todas las personas ciegas deben saber leer y escribir en braille y deben existir escuelas para ciegos.

A pesar de esto, en México aún existen barreras educativas para este grupo de población, ya que la tecnología necesaria para poder desarrollar de manera óptima la habilidad de lecto-escritura braille es de un alto costo. Lo que deja como única opción, para la mayoría de este sector, la asistencia a instituciones educativas; sin embargo, según datos del INEGI del 2000,

<sup>1</sup><http://www.censo2010.mx/>.

conforme aumenta la edad disminuye la estancia en estos centros. Por lo que a través de este trabajo se busca erradicar esta barrera, haciendo llegar este tipo de tecnología a un mayor número de habitantes.

## 1.2 Origen del sistema braille

El braille es un sistema de lectura y escritura táctil pensado para personas ciegas. Fue desarrollado por el francés Louis Braille a mediados del siglo XIX, quien quedó ciego debido a un accidente durante su niñez.

Al cumplir 13 años, el director de la escuela de ciegos y sordos de París, donde estudiaba el joven Braille, le pidió que probara un sistema de lecto-escritura táctil, desarrollado por un militar llamado Charles Barbier, para transmitir órdenes a puestos de avanzada sin tener necesidad de delatar la posición durante las noches. Louis Braille descubrió al cabo de un tiempo que el sistema era válido y lo reinventó utilizando un sistema de 8 puntos. Al cabo de unos años lo simplificó dejándole en el sistema universalmente conocido y adoptado de 6 puntos.

Estos puntos se graban por la parte posterior del papel, para ser leídos por la parte anterior del mismo, en la dirección normal de lectura (izquierda a derecha).

Los usuarios del sistema braille pueden leer un promedio de 104 a 125 palabras por minuto, aunque algunos pueden alcanzar a leer 250 palabras utilizando ambas manos.

## 1.3 Generación del código braille

Los caracteres braille se forman a partir de la denominada "celda braille", la cual consiste en una matriz de 6 puntos como se muestra en la *Figura 1.2*.

A cada uno de estos puntos se asocia un número del 1 al 6 y, dependiendo de cuáles puntos se pongan de relieve, tenemos un carácter distinto, para un total de 64, incluyendo el carácter "blanco", donde no se realiza ningún punto, y el que tiene todos los puntos en relieve.

|   |   |   |                 |   |   |
|---|---|---|-----------------|---|---|
| a | b | c | d               | e | f |
| g | h | i | j               | k | l |
| m | n | ñ | o               | p | q |
| r | s | t | u               | v | w |
| x | y | z | Signo mayúscula |   |   |
| á | é | í | ó               | ú | ü |
| ¡ | ! | & | ?               | . | , |
| " | " | ( | )               | - | / |
| 0 | 1 | 2 | 3               | 4 |   |
| 5 | 6 | 7 | 8               | 9 |   |
| + | - | ÷ | *               | = |   |

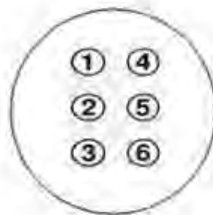


Figura 1.2 Sistema braille.

Parámetros del braille que deben ser utilizados:

- Distancia horizontal entre los centros de puntos contiguos de la misma celda: de 2.5 a 2.6 mm (es decir, entre 1-4, 2-5 y 3-6)
- Distancia vertical entre los centros de puntos contiguos de la misma celda: de 2.5 a 2.6 mm (es decir, entre 1-2, 2-3, 4-5 y 5-6)
- Distancia entre los centros de puntos de renglones contiguos: de 6.0 a 6.1 mm (es decir, entre 3 ó 6 de una celda y 1 ó 4 de la siguiente)
- Distancia entre los centros de puntos de celdas contiguas: 4.5 a 4.6 mm (es decir, entre 4, 5 ó 6 de una celda y 1, 2 ó 3 de la siguiente)
- Diámetro de los puntos: entre 1.2 y 1.5 mm.

## 1.4 Medios de impresión en código braille

Al paso del tiempo se han ido desarrollando diversos mecanismos para escribir este sistema de manera más rápida y con un menor esfuerzo.

Estos mecanismos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

### 1.4.1 Dispositivos manuales

La forma más simple para escribir caracteres braille se realiza con la ayuda de una regleta con perforaciones y un punzón (*Figura 1.3*).

La regleta consta de dos partes unidas por una bisagra en uno de sus extremos; ésta se abre para sostener el papel. La parte delantera consta de perforaciones del mismo tamaño y forma que la celda braille. La parte posterior consta de muescas del mismo tamaño y forma que la celda.

El punzón es usado para deformar el papel sostenido con la regleta y obtener el carácter braille deseado, las muescas de la regleta impiden que el punzón perforo el papel.



**Figura 1.3** Punzón y regleta para escritura braille.

Debido a que para poder leer los puntos se utiliza el relieve y con este dispositivo se realizan deformaciones en profundidad, se tiene que aprender a escribir de manera inversa.

Existen diferentes tamaños y materiales para la regleta y el punzón, sin embargo no es un método de escritura muy eficaz, pues requiere de mucho tiempo y práctica.

### **1.4.2 Dispositivos mecánicos**

Dentro de esta categoría se encuentran las máquinas para escribir en sistema braille. Estas máquinas constan de seis teclas, una para cada punto de la celda braille, una barra espaciadora, la tecla de regreso, la tecla para el salto de línea y el retorno de carro (*Figura 1.4*).

La más popular es la máquina Perkins, creada por David Abraham del departamento de artes industriales de la Escuela para los ciegos Perkins. Abraham logró tener un modelo funcional a principios de la década de 1940, pero los años de la guerra limitaron su fabricación. Después de la Segunda Guerra Mundial, la máquina de escribir en braille, inventada por David Abraham, entró en producción y en 1951 estaba en el mercado con el nombre de "Perkins Braille".



**Figura 1.4** Máquina Perkins.

Estas máquinas de escribir son pesadas y las teclas requieren ser presionadas fuertemente para lograr deformar el papel de forma adecuada. Se operaban manualmente, era un trabajo lento y sólo se podía escribir por un lado de la hoja.

Actualmente existen varias marcas de máquinas de escribir en braille, que son de menor peso y tamaño para facilitar su transporte, y para las que no es necesario ejercer gran fuerza al momento de presionar las teclas para deformar el papel.

### 1.4.3 Dispositivos mecatrónicos

Con el avance tecnológico se han podido crear nuevas herramientas para la lectura e impresión de textos en código braille, dentro de éstas se encuentra la impresora braille.

Una impresora braille es un dispositivo que permite imprimir en este código, desde cualquier computadora, el documento que se desee.

Estas impresoras necesitan de un software especial que sea capaz de traducir un texto normal a caracteres braille y de esta forma poderlos imprimir; al hacerlo, se debe tomar en cuenta que para poder leer de izquierda a derecha, es necesario deformar la hoja de papel por el reverso.

En el mercado existen diversos modelos de impresoras braille dependiendo del uso al que va a estar destinada, ya que existen aquéllas que pueden imprimir en papel continuo y/o pre-cortado; las que tienen la opción de manejar diferentes tamaños y tipos de papel; algunas son capaces de imprimir por ambos lados de la hoja; unas son más rápidas que otras: las hay para alta producción o para uso doméstico, portátiles, etc. (*Figura 1.5*)



**Figura 1.5** Impresoras braille comerciales.

El papel para impresión braille es más caro que el papel común, pues se requiere que sea de mayor grosor para que permita una buena deformación y no se rompa. El más común para este tipo de trabajos es el papel *ledger*, seguido por el papel *bond*.

Este tipo de dispositivos, que manejan sistemas mecatrónicos, facilitan de diversas maneras el poder escribir el sistema braille, pero tienen una desventaja: la máquina más barata cuesta aproximadamente 2,000 euros, y son dispositivos que sólo pueden ser obtenidos por instituciones o personas con alto poder adquisitivo.

### 1.5 Partes que conforman a la impresora braille

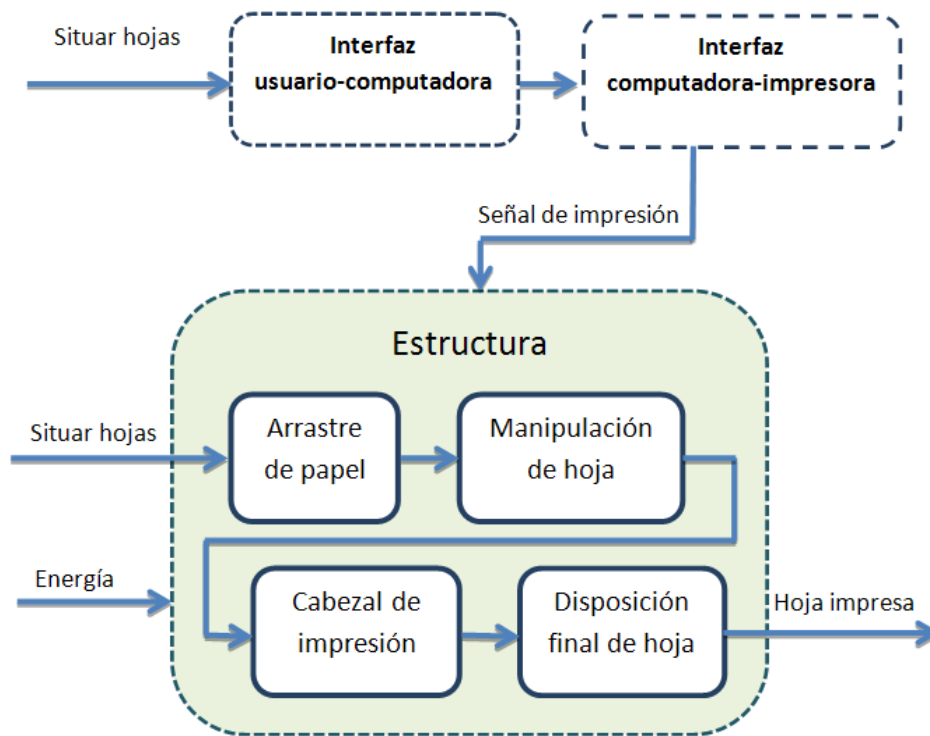


Figura 1.6 Funcionamiento de la impresora braille.

La impresora braille que fue pensada para este proyecto (Figura 1.6), consta de diversos mecanismos para cumplir las funciones deseadas. Todos estos mecanismos fueron agrupados en cuatro sistemas, que son:



### **Arrastre de papel**

A través de este sistema el usuario puede introducir las hojas que serán manipuladas por la impresora. Este sistema estará encargado de desplazar una sola hoja, por vez, hacía el sistema siguiente.

### **Manipulación de hoja**

Este sistema recibe las hojas que fueron manipuladas de manera correcta por el arrastre de papel e introduce y controla éstas para el correcto funcionamiento en el cabezal de impresión.

### **Cabezal de impresión**

Realiza las deformaciones pertinentes en la hoja, de acuerdo a lo que la computadora le dicte. Esto con el fin de poder formar los caracteres braille que se requieran.

### **Disposición final de la hoja**

Una vez impresa la hoja, ésta es depositada en una bandeja de salida, para ser posteriormente manipulada por el usuario. Este sistema conforma el último grupo de mecanismos necesarios para el funcionamiento de la impresora.

Además de estos grupos de mecanismos, existen otros tres sistemas que son parte esencial para poder llevar a cabo un prototipo funcional de la impresora braille diseñada. Estos sistemas son:

### **Comunicación entre todos los mecanismos**

Para poder realizar la tarea de manipulación e impresión de una hoja, es necesario que todos los sistemas estén comunicados entre sí, con el fin de poder establecer los tiempos y funciones que realizarán los mecanismos.

### **Comunicación entre el usuario y la computadora**

Debido a que la impresora será un dispositivo que ayudará a una persona con algún tipo de debilidad visual, se tendrá que desarrollar un software que interaccione con el usuario para poder guiarlo de manera sencilla en la tarea de impresión del documento que éste desee.

### **Comunicación entre la computadora y la impresora**

Una vez que el usuario haya establecido todos los parámetros que desea para la impresión de un documento, la computadora deberá traducir esta información; con la cual, la impresora pueda desarrollar esta tarea de manera correcta.

### **Estructural para todas las partes que conforman la impresora**

Además de todo lo anteriormente mencionado, es necesario tener una estructura que mantenga estable todos los mecanismos, electrónica y demás componentes que conforman la impresora. Aunado a esto, también se buscara que la estructura cumpla con un diseño que sea óptimo para que pueda ser manipulada por el usuario.



# CAPÍTULO 2

## METODOLOGÍA DE DISEÑO

Los seres humanos siempre han diseñado cosas, elaboran una amplia gama de herramientas y otros artefactos para que se adapten a sus propósitos. Estos artefactos, a lo largo del tiempo, sufren modificaciones pequeñas o grandes, dependiendo de los cambios que se van dando en las necesidades del ser humano.

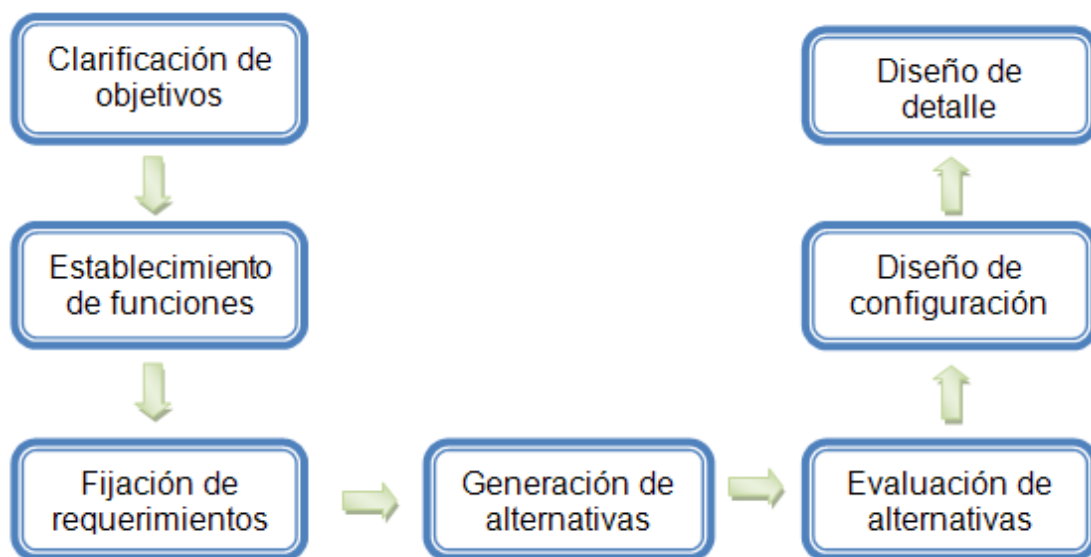
En cierto sentido, cualquier forma identificable de trabajar, en el contexto del diseño, puede considerarse como un método de diseño.

Los métodos de diseño son todos y cada uno de los procedimientos, técnicas, ayudas o herramientas para diseñar. Generalmente se le da este nombre a los métodos con marco de referencia lógico, que motivan a un enfoque sistemático en el diseño.

El proceso de diseño usado en el presente trabajo fue tomado del libro de Cross, “Métodos de Diseño”; este proceso se divide en las siguientes etapas (*Figura 2.1*):

- 1 **Clarificación de objetivos.** En esta primera etapa se definen los objetivos de diseño y los sub-objetivos, así como las relaciones entre ellos. Además de establecer las necesidades y requerimientos para el sistema a diseñar.
- 2 **Establecimiento de funciones.** A partir de las necesidades y requerimientos se generan las funciones y los límites del sistema.
- 3 **Especificaciones.** Determinar de manera cuantitativa el rendimiento requerido.
- 4 **Generación de alternativas o diseño conceptual.** Proponer la gama completa de soluciones de diseño para el sistema.
- 5 **Evaluación de alternativas.** Comparar los valores de utilidad de las propuestas de diseño, con base en rendimiento contra objetivos y seleccionar una.
- 6 **Diseño de configuración.** Se determina el arreglo y las formas, se desarrolla un producto técnico o sistema de acuerdo con las consideraciones técnicas y económicas.
- 7 **Diseño de detalle.** Se plantea o desarrolla el arreglo, la forma, las dimensiones y las propiedades superficiales de todas las partes individuales; se especifican los materiales, se vuelven a verificar los aspectos técnicos y la factibilidad económica, se preparan todos los dibujos y otros documentos para producción.

A continuación se describe cada una de estas etapas aplicadas al diseño del sistema de arrastre de papel y cabezal de impresión. El concepto de diseño de detalle no se aborda completamente, ya que algunos de los aspectos considerados en esta etapa están fuera de los alcances de este trabajo.



**Figura 2.1** Proceso de diseño.

## 2.1 Clarificación de objetivos

La obtención de documentos en código braille es de gran importancia para las personas ciegas, pues mediante éstos tienen acceso a la información; sin embargo, su producción enfrenta algunas dificultades, debido al alto costo y mantenimiento de las impresoras de código braille, así como por la problemática que presenta el conseguir sus refacciones, pues su existencia es limitada o nula en México.

Al ser las impresoras de un alto precio (2 mil euros la más económica), es sumamente difícil, para un usuario promedio, poder obtenerla, lo cual induce a la necesidad de proponer y obtener el diseño de una impresora de menor costo. Con esto se puede lograr que dicha tecnología llegue a personas de diferentes sectores de la sociedad.

Actualmente existe un gran número de impresoras braille en el mercado, éstas llegan a ser de una gran velocidad (100 caracteres por segundo mínimo), portátiles (de hasta 52 x 25 x 12 cm) y versátiles (aceptan diferentes tamaños y tipos de hojas).

A partir de esto se realizó una lista de necesidades y requerimientos para un funcionamiento correcto, de acuerdo a lo que se quiere lograr. Estos puntos se realizaron a partir de un análisis de lo que actualmente existe en el mercado y de lo observado en los diferentes centros para personas discapacitadas en el Distrito Federal.

### Necesidades y requerimientos

#### Sistema de arrastre de papel

- Evitar que se atoren las hojas.
- Avisar cuando la bandeja esté vacía.
- Avisar si se atora alguna hoja.
- Admitir hojas de dos diferentes tamaños.
- Trabajar hojas de papel *ledger* y papel *bond*.
- Tener fácil mantenimiento.
- Tener fácil manufactura.
- Tener bajo costo.

### Cabezal de impresión

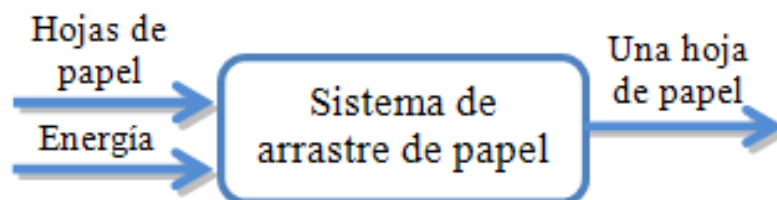
- Que no genere mucho ruido.
- Que sea eficiente.
- Que tenga buena calidad en la generación de los puntos braille.
- Que no consuma mucha energía.
- Que sea de fácil mantenimiento.
- Que sea de fácil manufactura.
- Que sea de bajo costo.
- Que pueda trabajar hojas *ledger* y *bond*.

## 2.2 Establecimiento de funciones

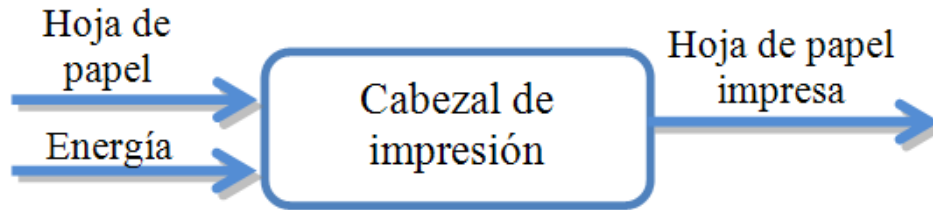
Las funciones esenciales son aquéllas que debe satisfacer el dispositivo, el producto o sistema a diseñar, independientemente de los componentes físicos que pudieran utilizarse.

El primer paso, de esta etapa diseño, consiste en concentrarse en lo que el diseño debe lograr, y no en cómo se va a lograr. La forma básica más sencilla de expresar esto consiste en representar el dispositivo a diseñar en una forma de “caja negra” que convierte ciertas entradas en salidas deseadas. La “caja negra” contiene todas las funciones que son necesarias para convertir las entradas en salidas.

Se requiere que el sistema de arrastre de papel (*Figura 2.2*) acepte dos tamaños de hoja y dos diferentes materiales de éstas, y que al accionarse sólo tome una y la pase al siguiente sistema, el del cabezal de impresión (*Figura 2.3*), donde algunos dispositivos deformarán el papel para obtener el documento deseado con caracteres braille.



**Figura 2.2** Funcionamiento general del sistema de arrastre de papel.

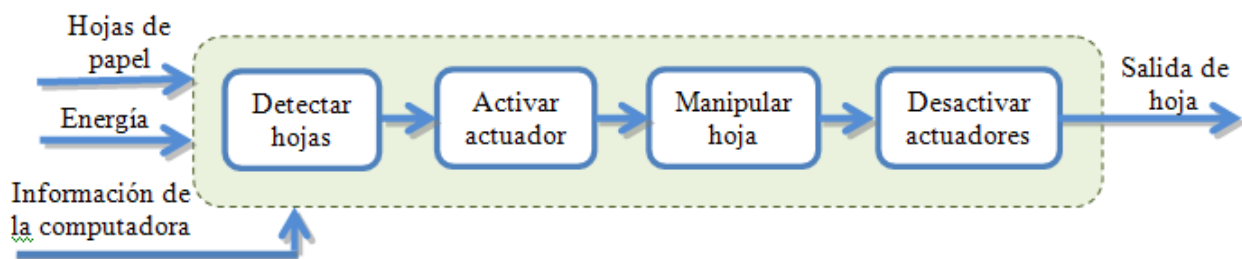


**Figura 2.3** Funcionamiento general del cabezal de impresión.

La conversión del conjunto de entradas en un conjunto de salidas es una tarea compleja, por tanto, es necesario descomponerla en tareas o funciones secundarias.

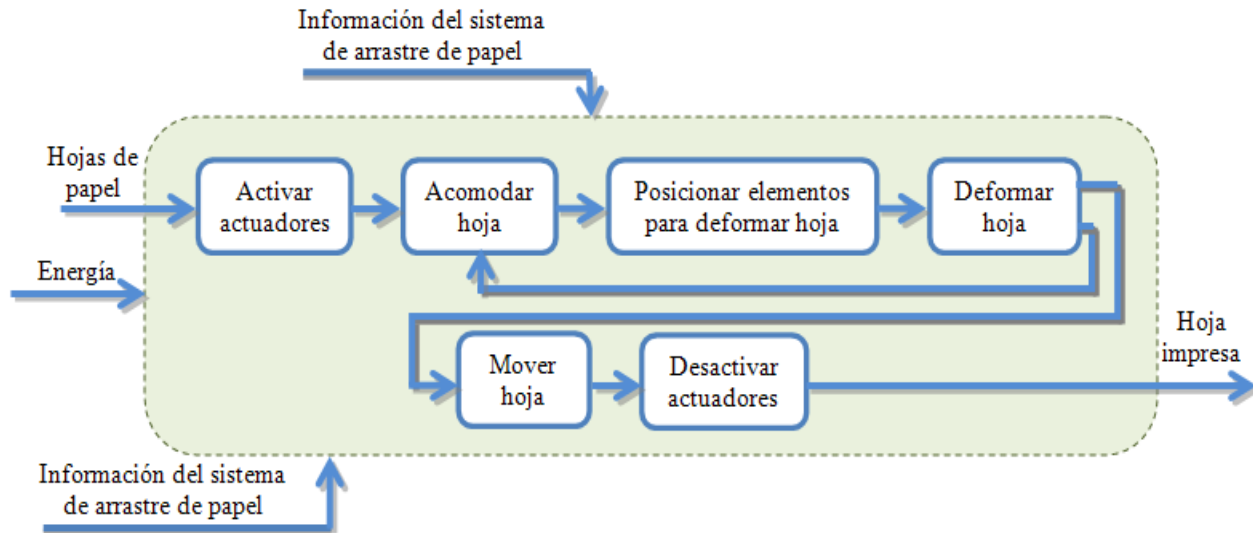
Para el sistema de arrastre, se detectará la presencia de hojas para poder activar los actuadores que se encargarán de jalar una hoja, y posteriormente moverla cierta distancia, finalmente aquéllos se desactivarán y se obtendrá la hoja de papel que pasará al sistema del cabezal de impresión (*Figura 2.4*).

Por su parte, el cabezal de impresión recibirá la hoja del sistema de arrastre, la colocará en la posición adecuada para ser deformada, posicionará los elementos que deformarán el papel de acuerdo a la información recibida de la computadora, deformará el papel, colocará la hoja en la siguiente posición y se repetirá el proceso hasta terminar de imprimir el documento deseado (*Figura 2.5*).



**Figura 2.4** Funcionamiento detallado del sistema de arrastre de papel.





**Figura 2.5** Funcionamiento detallado del cabezal de impresión.

## 2.3 Fijación de requerimientos

Los problemas de diseño siempre se plantean dentro de ciertos límites. Uno de los límites más importantes, por ejemplo, es el costo y el precio de compra; otros límites pueden ser el tamaño, peso, potencia del motor, etc.

Este conjunto de requerimientos comprende las especificaciones del rendimiento del producto o máquina.

Al fijar límites acerca de lo que se debe lograr con un diseño, la especificación de rendimiento limita la gama de soluciones aceptables.

Las especificaciones se determinan a partir de las necesidades y requerimientos mencionados en el apartado de clarificación de objetivos para cada uno de los sistemas.

## Especificaciones

### El sistema de arrastre de papel

- Tomará una hoja por vez.
- Tendrá un porcentaje de falla de 0.5% al manipular una hoja.
- Activará una alarma cuando la bandeja esté vacía (máximo 60 dB).
- Detendrá el proceso si una hoja se atora.
- Activará una alarma cuando se atore una hoja (máximo 60 dB).
- Admitirá hojas de tamaño carta.
- Admitirá hojas de tamaño encuadernado braille (29.2 x 28 cm).
- Usará piezas comerciales.
- Usará materiales comerciales.

### El cabezal de impresión

- Producirá como máximo 50 dB de ruido al estar en funcionamiento.
- Imprimirá una página por minuto como máximo.
- Generará puntos braille de 1.0 a 1.2 mm de diámetro.
- Consumirá menos de 70 W al estar activo.
- Usará piezas comerciales.
- Usará materiales comerciales.
- Deformará hojas *bond*.
- Deformará hojas *ledger*.

Una vez obtenidas las especificaciones que se necesitan para generar los sistemas, se utilizará un método para poder darles ponderaciones, y así jerarquizar de acuerdo a su importancia. El método que se usará en el presente trabajo se denomina “matriz de decisión”.

Este método, aplicado en los datos del presente trabajo, es usado de la siguiente manera:

- Se construye la matriz con las necesidades y requerimientos como encabezado de columna y las especificaciones como encabezados de fila.
- Se asigna un valor a cada necesidad o requerimiento de acuerdo a su importancia relativa para la decisión, este valor puede ser 6, 8 ó 10.

- Se revisa cada celda de la matriz asignando la puntuación de la necesidad o requerimiento con relación a la especificación.
  - La puntuación va de 0 (pobre) a 3 (muy bueno).
  - Se multiplican las puntuaciones por los pesos relativos de cada necesidad o requerimiento.
  - Se suman los valores ponderados para cada especificación.

Las especificaciones que obtienen un valor mayor son las más convenientes y por ende, las que serán tomadas en cuenta en mayor medida.

### Matriz de decisión

#### Sistema de arrastre de papel

| Especificaciones \ Necesidades y requerimientos | No se atoren hojas | Alarma sonora de la ausencia de hojas | Alarma sonora de la falla en hojas | Trabajar hojas <i>ledger</i> y <i>bond</i> | Admitir hojas diferentes tamaños | Fácil mantenimiento | Fácil manufactura | Bajo costo |            |
|---|--------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--|----------------------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|
| Peso  | 10                 | 6                                     | 6                                  | 10   | 8                                | 8                   | 8                 | 10         | Resultados |
| <b>Tomar una hoja por vez</b>                   | 30                 | 6                                     | 6                                  | 10   | 16                               | 0                   | 0                 | 10         | <b>78</b>  |
| 0.5 % de falla por hoja o menor                 | 30                 | 6                                     | 6                                  | 0  | 0                                | 0                   | 0                 | 0          | <b>42</b>  |
| Alarma cuando la bandeja este vacía             | 10                 | 18                                    | 18                                 | 10   | 0                                | 0                   | 0                 | 0          | <b>56</b>  |
| Detener el proceso cuando una hoja se atore     | 30                 | 12                                    | 18                                 | 0  | 0                                | 0                   | 0                 | 0          | <b>60</b>  |
| Alarma cuando una hoja se atore                 | 20                 | 6                                     | 18                                 | 0  | 0                                | 0                   | 0                 | 0          | <b>44</b>  |
| Admitir hojas tamaño carta                      | 0                  | 12                                    | 12                                 | 20   | 24                               | 0                   | 0                 | 0          | <b>68</b>  |
| Admitir hojas para encuadernado Braille         | 0                  | 12                                    | 12                                 | 20   | 24                               | 0                   | 0                 | 0          | <b>68</b>  |
| Uso de piezas comerciales                       | 0                  | 0                                     | 0                                  | 0  | 0                                | 24                  | 24                | 20         | <b>68</b>  |
| Uso de materiales comerciales                   | 0                  | 0                                     | 0                                  | 0  | 0                                | 16                  | 16                | 30         | <b>62</b>  |

## Sistema del cabezal de impresión

| Especificaciones \ Necesidades y requerimientos   | Que no genere mucho ruido | Eficiente | Buena calidad en los puntos generados | Que no consuma mucha energía | Fácil mantenimiento | Fácil manufactura | Bajo costo | Trabajar hojas ledger y bond | Resultados |
|---|---------------------------|-----------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|------------|------------------------------|------------|
| <b>Peso</b>                                       | <b>8</b>                  | <b>8</b>  | <b>10</b>                             | <b>8</b>                     | <b>6</b>            | <b>6</b>          | <b>10</b>  | <b>8</b>                     |            |
| Nivel de ruido menor a 50 dB                      | 24                        | 16        | 0                                     | 8                            | 0                   | 0                 | 0          | 0                            | <b>48</b>  |
| Imprimir una página por minuto, máximo            | 8                         | 24        | 10                                    | 8                            | 0                   | 0                 | 0          | 8                            | <b>58</b>  |
| <b>Generar puntos braille de entre 1 y 1.2 mm</b> | 0                         | 24        | 30                                    | 0                            | 0                   | 0                 | 0          | 16                           | <b>70</b>  |
| Máxima energía consumida de 20 W                  | 8                         | 24        | 0                                     | 24                           | 0                   | 0                 | 0          | 0                            | <b>56</b>  |
| Uso de piezas comerciales                         | 0                         | 0         | 0                                     | 0                            | 12                  | 18                | 30         | 0                            | <b>60</b>  |
| Uso de materiales comerciales                     | 0                         | 0         | 0                                     | 0                            | 12                  | 18                | 30         | 0                            | <b>60</b>  |
| Deformar hojas bond                               | 0                         | 0         | 10                                    | 0                            | 0                   | 0                 | 0          | 24                           | <b>34</b>  |
| Deformar hojas Ledger                             | 0                         | 0         | 10                                    | 0                            | 0                   | 0                 | 0          | 24                           | <b>34</b>  |

Con estas matrices podemos observar cuáles son los requisitos más importantes y por lo tanto a los que se debe enfocar el diseño en mayor medida.

Para el sistema de arrastre de papel, se dará mayor importancia a que tome una sola hoja por vez y acepte diferentes tipos de papel. Esto no implica que los demás requerimientos sean desechados, pero tendrán un menor peso para el posterior desarrollo de alternativas.

Por otra parte, para el sistema del cabezal de impresión, se dará mayor importancia en generar alternativas que puedan deformar el papel con puntos braille entre 1 y 1.2 mm, usar piezas comerciales e imprimir una página por minuto como máximo.

Después de analizar estas matrices se puede empezar a desarrollar ideas y crear alternativas que puedan resolver estos problemas y ayuden a llegar a un diseño final.

## 2.4 Generación de alternativas o Diseño conceptual

La generación de soluciones es el aspecto esencial y central del diseño. Trata de generar la gama completa de soluciones de diseño para un producto y ampliar de esta forma la búsqueda de nuevas soluciones potenciales.

### 2.4.1 Sistema de arrastre de papel

Las propuestas generadas, para cumplir los requerimientos y especificaciones de este sistema, son las siguientes:

#### Propuesta 1

Esta propuesta consiste en cuatro rodillos de arrastre de papel y dos sensores, uno que detecte si existen hojas en el contenedor y otro para medir la curvatura de la hoja. (*Figura 2.6*)

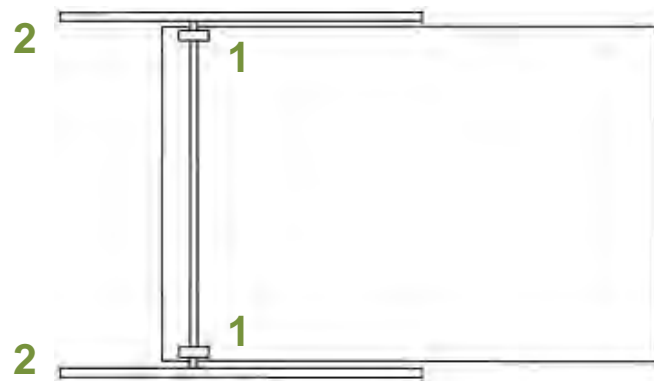
El funcionamiento para esta propuesta sería el siguiente:

- 1 La bandeja (1) se eleva para que la hoja de encima entre en contacto con el primer rodillo (2); el sensor (3), el cual se encuentra a la misma altura que éste, sirve para detectar cuando la hoja llegue a la altura deseada.
- 2 Una vez que la hoja se encuentre en posición, el rodillo empezará a girar, con el objetivo de mandar la hoja hacia el segundo rodillo (4), el cual la seguirá empujando hasta que tope con los rodillos de enfrente (estos se encuentran detenidos).
- 3 El segundo sensor (5) medirá la curvatura de la hoja, y una vez alcanzada la curvatura deseada, para asegurar la posición correcta de la hoja, los rodillos de enfrente (6) empezarán a funcionar para mandar la hoja hacia el área de impresión; al mismo tiempo, el segundo rodillo (4) cambiará su dirección de giro con la finalidad de que, si en un principio se arrastraron dos hojas, una se devuelva a la bandeja.



**Figura 2.6** Vista de perfil de toma de hoja.

Para la salida de la hoja, después de haber sido impreso el texto, se propone colocar dos rodillos (1), uno en cada extremo, para que empujen la hoja hacia fuera; además, se pondrán algunas guías (2) para que la hoja no se vaya chueca (*Figura 2.7*).



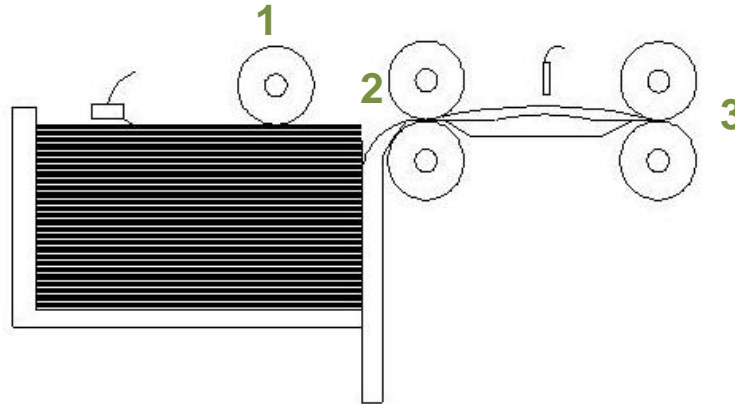
**Figura 2.7** Vista superior de salida de hoja.

### **Propuesta 2**

La configuración es similar a la anterior, sin embargo, después de la bandeja se tienen dos rodillos, en lugar de uno, esto debido a que con un solo rodillo no se podía asegurar que al momento de cambiar el sentido de giro se arrastre una hoja diferente a la que estuvieran jalando los de enfrente (*Figura 2.8*).

Con esta modificación el funcionamiento sería:

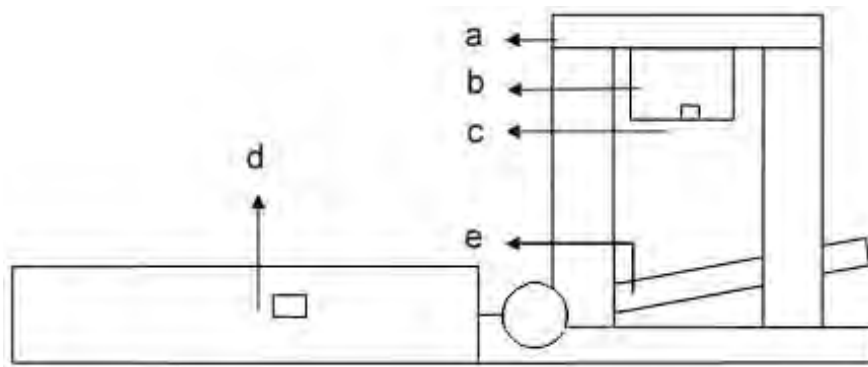
- 1 El primer (1) rodillo arrastra la hoja hacia los segundos rodillos, éstos empiezan a girar para seguir empujando la hoja hasta los otros rodillos (3).
- 2 Cuando se detecte que la hoja tiene la curvatura deseada, el rodillo de abajo (2) gira en sentido contrario para regresar la posible segunda hoja que se arrastró con la primera.



**Figura 2.8** Vista de perfil de toma de hoja con rodillo de retorno.

### Propuesta 3

En esta configuración se plantea asegurar que sólo se tome una hoja con la ayuda de dos ventiladores (*Figura 2.9*).



**Figura 2.9** Vista de perfil de toma de hoja con ventiladores.

- a) Riel sobre el que se desplazan los ventiladores
- b) Ventiladores
- c) Sensor que detecta hojas succionadas

- d) Sensor que detecta la existencia de hojas en la bandeja
- e) Base que eleva las hojas a los ventiladores para que sean succionadas.

El funcionamiento sería el siguiente:

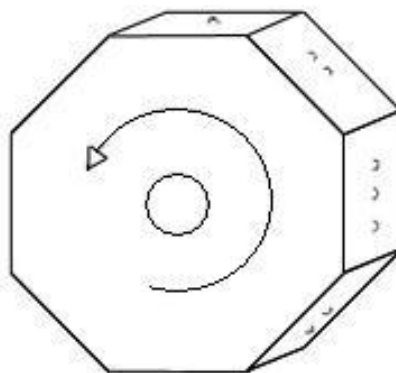
- 1 El sensor que se ubica sobre la bandeja detectará que las hojas estén colocadas sobre aquélla para poder girar y acercar dichas hojas hacia el sistema de ventiladores.
- 2 Los ventiladores forman un vacío para succionar la hoja y poderla manipular.
- 3 Los ventiladores se moverán sobre un riel, con la ayuda de un actuador, junto con la hoja en dirección de los rodillos que se encuentran más al frente.
- 4 Los rodillos estarán girando mientras la hoja se encuentra succionada por los ventiladores para poderla tomar y moverla al sistema del cabezal de impresión.

### 2.4.2 Cabezal de impresión

Para las propuestas de este sistema, además de las especificaciones de manufactura y funcionamiento, también se tomó en consideración que para los tamaños de hojas a usar, se pueden imprimir un total de 24 caracteres braille por renglón, y es posible tener hasta 21 renglones en una hoja, respetando los márgenes para encuadernación.

#### Propuesta 1

Se plantea un octágono (*Figura 2.10*) el cual tendrá, en cada cara, punzones que serán distribuidos de tal manera que se cubran todas las combinaciones posibles de posiciones para un máximo de tres punzones. Este estará acoplado a un actuador que lo hará girar dependiendo de la cara que se necesite.



**Figura 2.10** Octágono con punzones.



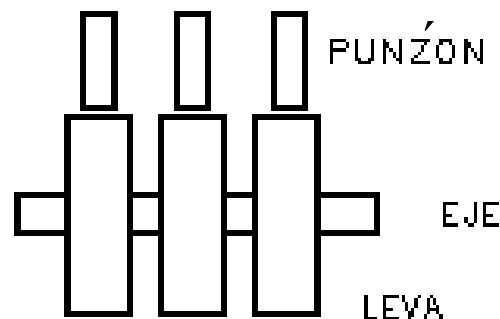
El funcionamiento sería el siguiente:

- 1 El actuador hará girar el octágono hasta posicionar la cara deseada, con la ayuda de sensores que nos den la posición angular exacta del dispositivo.
- 2 La contraparte, la cual tendrá muescas con el tamaño y forma necesarias para mantener la forma del carácter impreso sobre el papel, se moverá en dirección del octágono para realizar la deformación del papel.
- 3 Este dispositivo se moverá a lo largo de un tornillo sinfín sobre todo el ancho de la hoja, para poder cubrir todo los caracteres necesarios.

Para reducir el tiempo de impresión se plantea poner más de un dispositivo (octágonos), pudiendo así cubrir todo el ancho de la hoja en menos tiempo.

### Propuesta 2

Se acoplarán tres levas a un eje, las cuales tendrán distintas muescas que harán variar la altura de los punzones, logrando obtener, al igual que el octágono, todas las combinaciones posibles de posiciones para los tres punzones. Éstos estarán perpendiculares al eje (*Figura 2.11*).



**Figura 2.11** Sistema de punzones con levas.

El funcionamiento sería como se describe a continuación:

- 1 El actuador girará las levas hasta obtener la posición deseada de los punzones.
- 2 La contraparte, la cual tendrá muescas con el tamaño y forma necesaria para mantener la forma del carácter impreso sobre el papel, se moverá en dirección de las levas para realizar la deformación del papel.
- 3 Este dispositivo se moverá a través de un tornillo sinfín sobre todo el ancho de la hoja, para poder cubrir todo los caracteres necesarios.

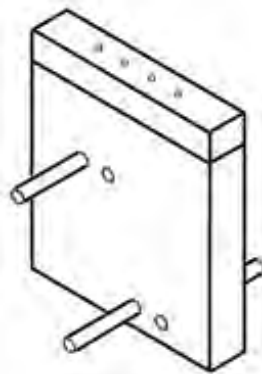
De igual manera que la propuesta anterior, se pretende poner más de un dispositivo sobre el mismo tornillo sinfín para lograr reducir tiempo de impresión.

### Propuesta 3

Se propone construir un juego de 24 punzones los cuales estarán acoplados de manera vertical a un número igual de solenoides, los cuales moverán cada punzón de manera individual (*Figura 2.12*).

Su funcionamiento sería de la siguiente manera:

- 1 Cuando los solenoides se energicen, sus ejes empujarán a los punzones haciéndolos salir de su posición de reposo.
- 2 La contraparte, la cual tendrá muescas con el tamaño y forma necesaria para mantener la forma del carácter impreso sobre el papel, se moverá en dirección de los punzones para realizar la deformación del papel.
- 3 El dispositivo se moverá sobre un tornillo sinfín para lograr abarcar todo el ancho de la hoja, siendo sólo dos posiciones, ya que se necesitan un máximo de 48 deformaciones por línea y este dispositivo puede realizar 24 por vez.



**Figura 2.12** Confinamiento para punzones y ejes de solenoides.

Debido al gran número de punzones el tiempo de impresión será menor con respecto a las diversas soluciones antes planteadas.

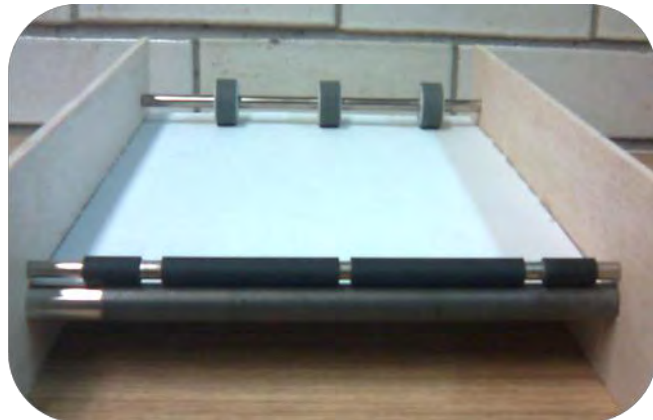
## 2.5 Evaluación de alternativas

Tras tener varios diseños alternativos para la solución de cada uno de los sistemas, se procede a elegir aquél que mejor cumpla los requerimientos establecidos.

### 2.5.1 Sistema de arrastre de papel

Se realizaron prototipos sencillos, de las propuestas dadas, para tener una idea más clara de su comportamiento.

En las fotografías mostradas en las *Figuras 2.13* y *2.14*, se puede observar la disposición de los rodillos para el arrastre de las hojas:



**Figura 2.13** Un eje de rodillos a la entrada y dos ejes de rodillos a la salida.



**Figura 2.14** Dos ejes de rodillos a la entrada de las hojas.

En la *Figura 2.15* se muestra el sistema de arrastre con la implementación de los ventiladores:



**Figura 2.15** Ventiladores para mover las hojas.

A partir de las pruebas realizadas, se pudo observar que aquellas propuestas que involucran rodillos en su diseño tienen la ventaja de usar sólo un tipo de actuador para su funcionamiento; sin embargo, constantemente pasaban dos hojas en lugar de una. Esta situación mejoró al implementar el segundo rodillo a la entrada, pero no lo suficiente.

Con la propuesta de los ventiladores fue posible transportar una sola hoja, sin importar si era de papel *bond* o *ledger*. La desventaja de esta propuesta consiste en que, además de los ventiladores, es necesario usar un motor para mover a éstos.

Debido a que la toma de una sola hoja es el aspecto más importante en el sistema de arrastre de papel para evitar problemas en el cabezal al momento de la generación de los caracteres braille, se optó por la propuesta de los ventiladores para el diseño de configuración.

### 2.5.2 Cabezal de impresión

Debido a que la manufactura de cada uno de los mecanismos propuestos llevaría mucho tiempo, sólo se hizo un prototipo de la primera propuesta (*Figura 2.16*), porque es en la que se tenían más dudas sobre su funcionamiento:



**Figura 2.16** Mecanismo de octágono para impresión de caracteres braille.

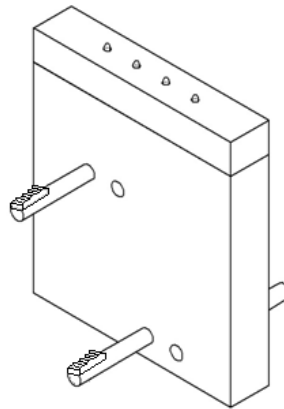
No se eligió la propuesta de los octágonos para la impresión de caracteres braille, debido a que sería necesario el uso de actuadores y sensores para cada uno, lo cual disminuye la cantidad de octágonos a usar debido al espacio requerido, además, sería necesaria la implementación de otro mecanismo para mover cada uno de estos subsistemas para la impresión del siguiente carácter.

La propuesta con levas se descartó debido a que para poder tener varios de estos mecanismos e imprimir de manera más rápida se necesitarían piezas y actuadores muy pequeños, los cuales son difíciles de manufacturar y conseguir.

Se eligió la última opción debido a que al ser cada punzón independiente y tener sólo dos estados, se evita el uso de sensores que determinen su posición, disminuyendo el espacio requerido y aumentando el número de puntos generados al mismo tiempo; sin embargo, los solenoides que cumplían las características necesarias para el funcionamiento de este sistema,

se advirtió que son de un alto costo, lo cual va en contra de las especificaciones generales del proyecto; por esta razón, se hicieron las modificaciones que se explican a continuación:

El movimiento de los punzones se realizará con un motor de corriente directa en lugar de un solenoide. Para lograr este movimiento se usará un mecanismo piñón-cremallera (*Figura 2.17*).



**Figura 2.17** Cremallera en el eje que moverá los punzones.

El funcionamiento será el siguiente:

- 1 Al energizar los motores, estos moverán los ejes de los punzones por medio del mecanismo piñón-cremallera, haciéndolos salir de su posición de reposo.
- 2 La contraparte, con muescas del tamaño y forma necesaria, para deformar el papel y realizar el carácter braille, se moverá en dirección de los punzones.
- 3 El movimiento del dispositivo se hará por medio de un mecanismo piñón-cremallera para abarcar todo el ancho de hoja.

Tras haber elegido la opción que mejor cumple los requerimientos y especificaciones, para cada uno de los sistemas, se prosigue con el diseño de configuración:

En esta etapa del proceso se desarrollan las propuestas elegidas para cada uno de los sistemas. Se modelan las piezas que conformarán el diseño y se eligen actuadores y sensores para seguir con la manufactura y el ensamble. Estas etapas se desarrollarán a detalle en los capítulos posteriores.



# CAPÍTULO 3

## DISEÑO DE CONFIGURACIÓN

En el presente capítulo se desarrollan las propuestas elegidas para el sistema de arrastre de papel y el cabezal de impresión.

Se modelan las piezas que conformarán cada uno de los sistemas, se determinan medidas, se seleccionan los actuadores y sensores a usar y se desarrolla el control para cada uno de ellos.

Primero se abordará el diseño mecánico<sup>2</sup> y el diseño y uso de los componentes necesarios para su funcionamiento, después la parte electrónica requerida para llevar a cabo los movimientos deseados y, finalmente, el control para lograrlo.

---

<sup>2</sup>Los planos de cada pieza se encuentran en el apéndice A.



## 3.1 Diseño mecánico

### 3.1.1 Sistema de arrastre de papel

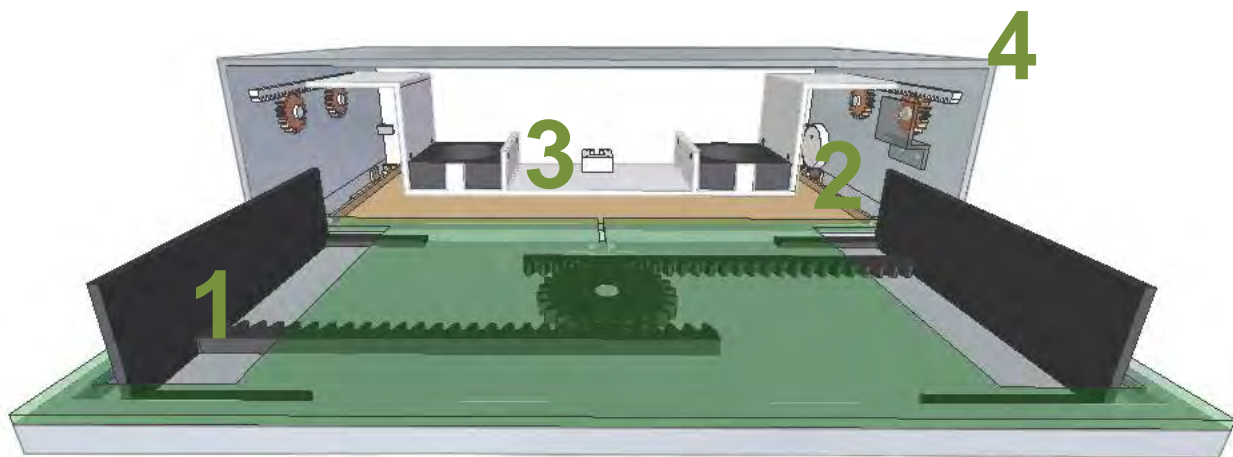
El funcionamiento general de este sistema es tomar una hoja a la vez y desplazarla cierta distancia para poder llegar al otro sistema, el cabezal de impresión.

Este sistema fue pensado y desarrollado con el uso de ventiladores para asegurar que sólo pueda ser tomada una hoja a la vez. Esto se logra gracias a que los ventiladores succionan la hoja superior de la bandeja de entrada sin influir en las inferiores.

Con esto se cumple uno de los requerimientos más importantes que consiste en tomar una sola hoja a la vez, ya que con eso se pueden evitar desperfectos en el cabezal, por forzar a deformar múltiples hojas al mismo tiempo, pudiendo sufrir modificaciones o desperfectos los mecanismo y piezas que trabajan directamente con éstas. Además, se evita el desperdicio de hojas.

El sistema está conformado por cuatro subsistemas más, que trabajan de manera conjunta para su correcto funcionamiento. Éstos están numerados en la *Figura 3.1*, y son:

- 1 Ajuste de hojas
- 2 Bandeja de levantamiento
- 3 Posicionado de hojas
- 4 Estructura



**Figura 3.1** Sistema de arrastre de hojas.

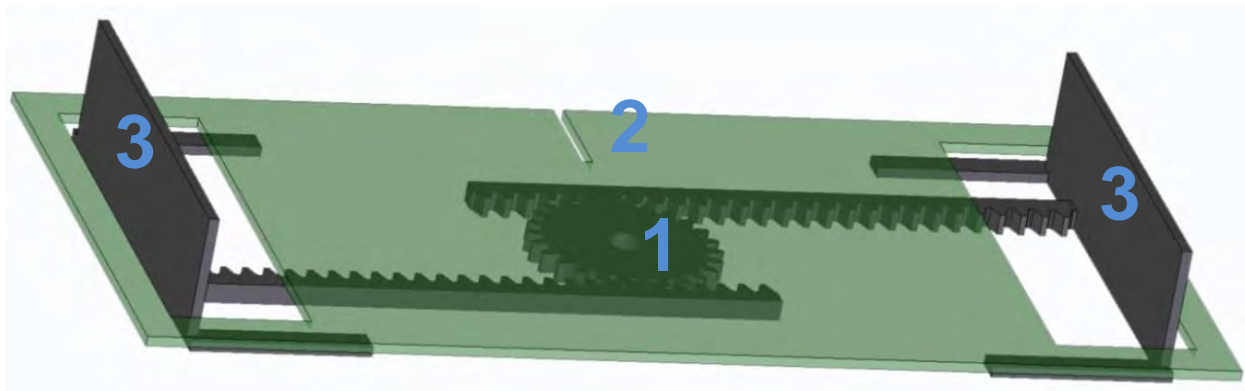
Este sistema está desarrollado para poder introducir hojas de diferente tamaño que tengan un ancho de 216 mm a 292 mm.

### **Ajuste de hojas**

Este primer subsistema es el encargado de mantener las hojas en su lugar, siempre de manera centrada en la bandeja, y detectar si existen hojas con las que se pueda trabajar.

El subsistema está conformado por un total de seis piezas para cumplir el trabajo asignado. Estos elementos funcionan de la siguiente manera, con base en la *Figura 3.2*.

El engrane, (1) ubicado en la parte central del sistema, permite realizar de manera sincronizada el movimiento de las dos pestañas (3) que limitan el ancho de la hoja. Esto se logra gracias a las cremalleras que están unidas a las pestañas y a través de las cuales se transmite el movimiento de una sobre la otra. Dicho arreglo facilita su manejo, ya que al mover sólo una de ellas, la otra se tendrá que desplazar la misma distancia pero en sentido contrario, logrando así tener siempre centradas las hojas, lo cual ayuda para su posterior manejo con el subsistema del posicionado de hojas, ya que los ventiladores se encuentran centrados y funcionarán satisfactoriamente si el peso de la hoja se encuentra repartido de manera uniforme.



**Figura 3.2** Subsistema de ajuste de hojas.

El sistema también cuenta con una tapa (2). Esta tapa cumple diversas funciones, entre las que está la de proteger los engranes y cremallera, posicionar las hojas sobre una superficie lisa por la que se desplacen, y limitar el movimiento de las pestañas a los rangos deseados. Además, cuenta con una pequeña hendidura en la parte media superior, la cual se puede apreciar en la

misma figura, por la cual saldrá la antena de un pequeño sensor tipo microinterruptor (*Figura 3.3*), el cual detectará si existen hojas sobre el dispositivo.



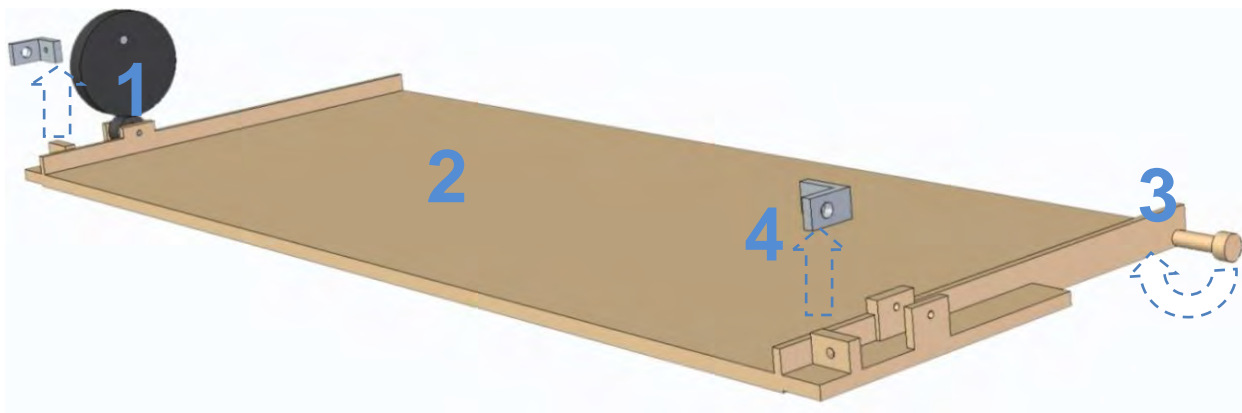
**Figura 3.3** Microinterruptor.

El sensor de la *Figura 3.3* fue seleccionado debido a la sensibilidad que tiene y la poca resistencia que ofrece a la fuerza, ya que tiene que estar pensado para que se pueda accionar con el mínimo peso, en el caso de que sólo existiera una hoja, siendo que no todo el peso de la hoja recaerá sobre éste; al realizar las pruebas necesarias, este sensor cumplió los requerimientos especificados.

### **Bandeja de levantamiento**

Este subsistema (*Figura 3.4*) permite elevar las hojas a la altura necesaria para que puedan ser succionadas por el subsistema de posicionado de hojas.

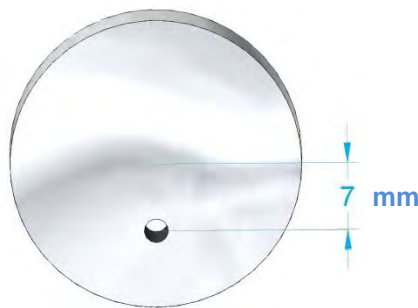
Está conformado por cinco piezas y estos elementos funcionan de la siguiente manera:



**Figura 3.4** Subsistema de bandeja de levantamiento.

Cuando el sensor del subsistema anterior ha detectado la presencia de una hoja, este subsistema se activa mediante el movimiento de la leva (1), el cual hace que la bandeja (2) se levante, girando sobre su eje (3).

Esto se logra gracias a que el barreno, de su eje de rotación, no se encuentra centrado, sino que se desfasó 7 mm (*Figura 3.5*) con respecto al centro, para poder lograr que la bandeja se pueda desplazar 14 mm, de manera horizontal, en una vuelta de la leva.



**Figura 3.5** Leva.

Pero para que este movimiento de la bandeja se lleve a cabo, debe haber un elemento que ejerza fuerza sobre ésta para lograr el desplazamiento angular. Este elemento es un resorte<sup>3</sup> que va sujeto entre una lámina en forma de L (4) y otra lámina que forma parte de la bandeja, con la ayuda de éste se puede asegurar que la altura de la bandeja dependerá de la posición en la que se encuentre la leva.

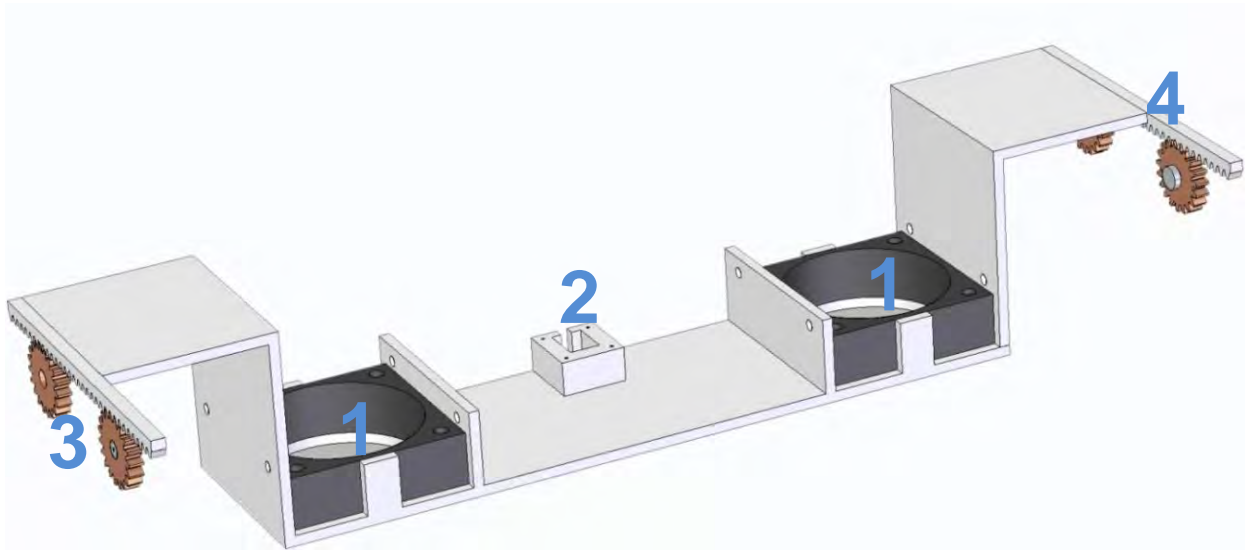
### **Posicionado de hojas**

Otro subsistema es el que realiza el posicionado de la hoja (*Figura 3.6*) de manera horizontal, permitiendo la inserción de ésta al siguiente sistema, el cabezal de impresión. Este subsistema es el que va a asegurar que sólo una hoja sea desplazada a la vez, evitando problemas posteriores tanto para la impresión como para la impresora.

Este subsistema está formado por 13 piezas que funcionan de manera conjunta; este funcionamiento es descrito a continuación:

---

<sup>3</sup> Los datos técnicos del resorte se encuentran en el apéndice B.



**Figura 3.6** Subsistema de posicionado de hoja.

El momento en el que la hoja es levantada por el subsistema anterior hasta la altura necesaria para que los ventiladores la succionen, éstos se activan (1). Los ventiladores (*Figura 3.7*) pueden succionar de manera correcta una hoja cuando ésta se encuentra a 5 mm de separación, o menos.



**Figura 3.7** Ventilador.

Cuando la hoja se encuentra en la posición deseada, al momento de ser succionada por los ventiladores, se activa un sensor (2). Éste es un dispositivo igual al microinterruptor que se usó para el subsistema de ajuste de hoja (*Figura 3.3*).

Después de asegurar que la hoja ya está en la posición deseada con ayuda del sensor, se prosigue a mover todo el mecanismo con un motor que va acoplado a uno de los engranes (3).



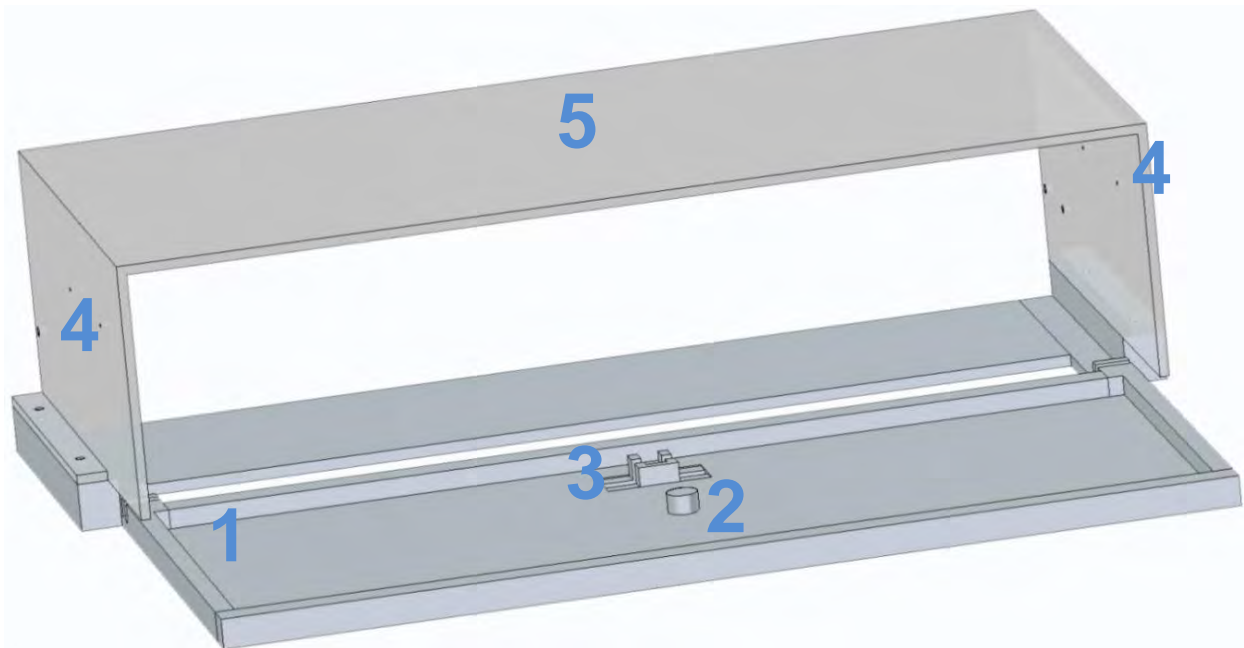
**Figura 3.8** Motor del subsistema.

Este motor (*Figura 3.8*) se caracteriza por tener un gran par (150 mN/m), de desplazamiento lento (7 rpm) y tamaño pequeño, logrando con esto mover todo el mecanismo.

La transmisión del movimiento se hace a través de cremalleras (4) acopladas a la estructura que porta a los ventiladores y al sensor.

### **Estructura**

Este es el último subsistema necesario para el funcionamiento de todo el conjunto y está conformado por 11 piezas. El funcionamiento de este subsistema (*Figura 3.9*) es el siguiente:



**Figura 3.9** El subsistema de estructura.

Ya que este es el subsistema que mantiene todos los elementos, antes mencionados, en la posición que se diseñó, cuenta con una base (1), la cual tiene un pequeño eje (2), sobre el cual gira el engrane del primer subsistema y una pieza (3) especialmente diseñada para sostener el sensor de presencia.

También cuenta con dos paredes (4), que le dan el sustento al posicionado de hojas y a la bandeja de levantamiento, ya que de aquí se sujetan los engranes para los ventiladores, así como la leva y la “L” para el resorte de la bandeja. Por último, estas dos paredes se encuentran unidas por un techo (5) que le da estabilidad al sistema.

### **3.1.2 Cabezal de impresión**

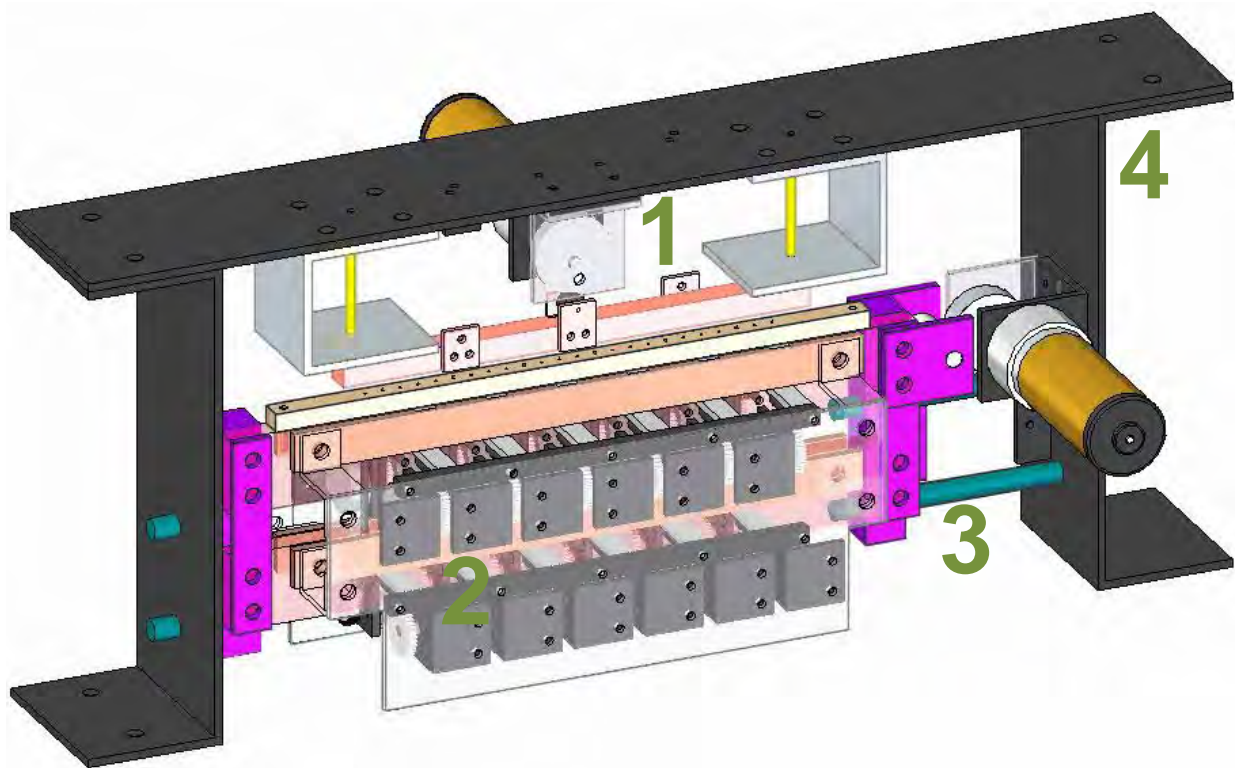
El sistema del cabezal de impresión está diseñado para generar hasta 24 puntos braille por vez. Las dimensiones de estos puntos y el espacio entre ellos se encuentran dentro de los estándares para la generación de caracteres braille, ya que los puntos tienen 1 mm de diámetro, con separaciones de 2.5 mm entre ellos, en el mismo carácter y 4.5 mm entre puntos de diferentes caracteres.

Además, este sistema se realizó utilizando algunos elementos comerciales ya existentes en el mercado, que pudieran ser empleados en su construcción, a fin de satisfacer la necesidad de que se pueda realizar el mantenimiento en forma sencilla.

En la *Figura 3.10* se puede apreciar el cabezal en su totalidad, el cual está formado a su vez por tres subsistemas, que son:

- 1 Contraparte
- 2 Punzones
- 3 Posicionado del cabezal
- 4 Estructura





**Figura 3.10** Cabezal de impresión.

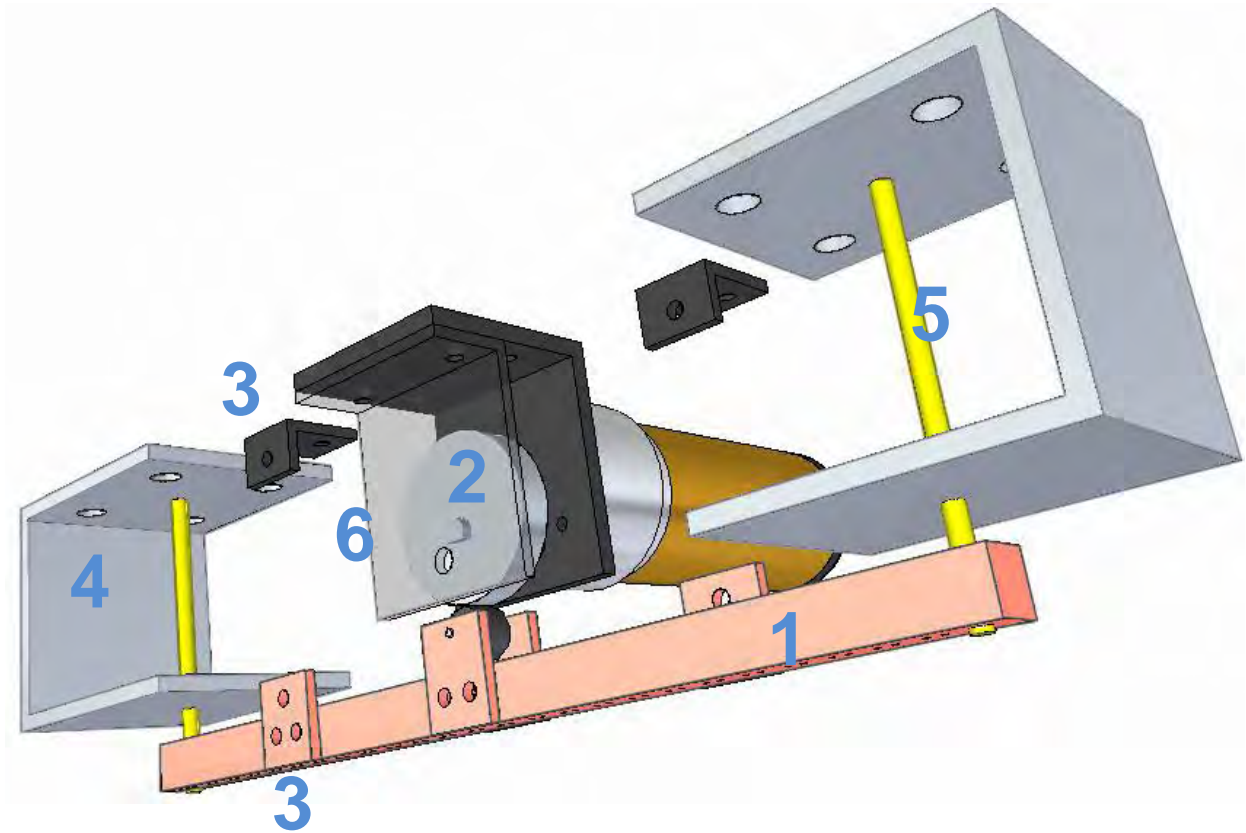
El sistema genera hasta 48 puntos por línea con la ayuda de 26 motores de corriente directa, 24 de los cuales son para generar los puntos y dos motorreductores para la posición, además de diversos mecanismos que serán descritos a continuación.

### Contraparte

Este subsistema (*Figura 3.11*), junto con los punzones, tiene la función de generar los puntos braille en la hoja. Esto se logra aprisionándola entre la barra (1) y los punzones.

La barra cuenta con 48 semiesferas cóncavas, con 1.3 mm de diámetro cada una, en las que entran los punzones. Para lograr que esta barra se desplace hasta alcanzar la posición deseada se cuenta con diversos mecanismos.

El subsistema está formado por 19 piezas que funcionan de la siguiente manera:



**Figura 3.11** Subsistema de contraparte.

Cuenta con un motorreductor (*Figura 3.12*) que lleva acoplado a su eje una leva (2); de igual manera que en la bandeja del sistema de arrastre de papel, esta leva tiene desfasado el eje del motor 3 mm del centro de la misma. Este mecanismo cuenta con una pequeña polea que gira para poder desplazar la barra y evita el desgaste de piezas debido a la fricción.



**Figura 3.12** Motorreductor.

Frente a la leva se tiene una placa (6) que sirve para sostener el sensor que nos permitirá determinar la posición de la leva. Para realizar esta tarea se optó por un sensor óptico reflectivo, QRD1114 (*Figura 3.13*), debido a su sencillo funcionamiento y tamaño pequeño. Al utilizar este sensor se hace necesario colocar en la leva una franja de color negro que servirá como punto de referencia.



**Figura 3.13** Sensor óptico QRD1114.

Otra parte de este subsistema es el mecanismo que permite regresar a la posición inicial a la barra. Éste es un resorte<sup>4</sup> que se encuentra sujeto a dos placas (3) para asegurar que el conjunto pueda tener siempre la posición que establezca la leva y el sensor.

Finalmente, el otro mecanismo que permite el correcto funcionamiento del subsistema está compuesto por dos barras en forma de C (4) y dos ejes (5). Gracias a éstos, se tiene una guía para la barra principal, la barra que deforma el papel, evitando que exista un desfase entre ésta y los punzones.

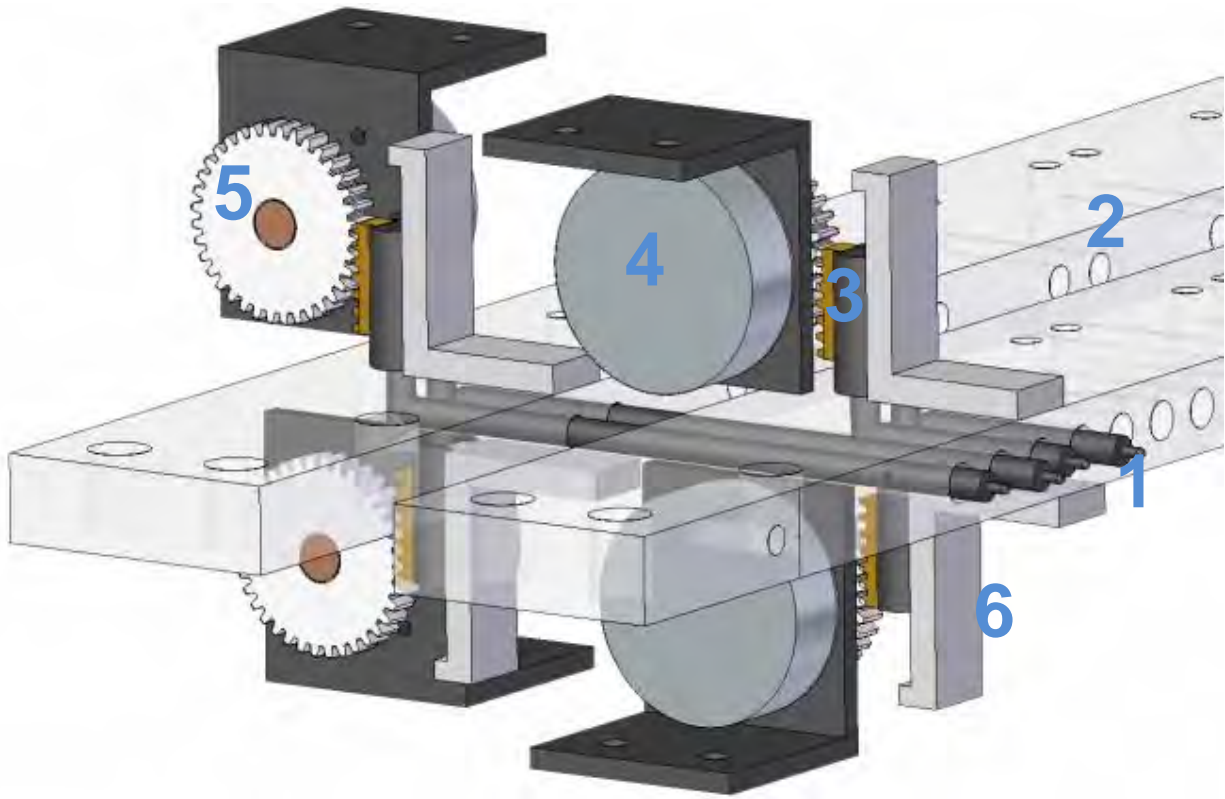
### **Punzones**

Este subsistema (*Figura 3.14*) es la contraparte del anterior, ya que éste genera la parte convexa para la deformación del papel.

Este es uno de los subsistemas más complejos del presente trabajo, con un total de 195 piezas.

---

<sup>4</sup> Los datos técnicos del resorte se encuentran en el apéndice B



**Figura 3.14** Subsistema de punzones.

Todos los punzones (1) tienen dos posiciones, 0 ó 1, y para lograr llegar a cualquiera de ellas cuentan con un mecanismo piñón-cremallera (*Figura 3.15*), el cual está compuesto por un contra-eje (3), en el que se encuentra la cremallera, así como un motor (4) al que está acoplado el piñón (5).



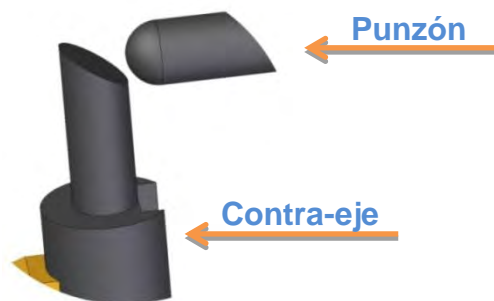
**Figura 3.15** Piñón y cremallera.

Se tiene un motor (*Figura 3.16*) por punzón, por lo que el subsistema cuenta con 24 motores con su respectivo piñón.



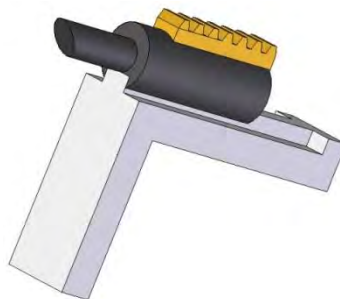
**Figura 3.16** Motor para piñón.

Para asegurar el correcto funcionamiento de estas piezas, se realizó un diseño para el punzón de manera que permita deslizarlo sin problemas (*Figura 3.17*). Éste consistió en el redondeo de la base del punzón y el corte diagonal a la punta del contra-eje.



**Figura 3.17** Punzón y contra-eje.

Además de lo anterior, también se le hizo un desbaste al contra-eje para que entrara en una guía en forma de "L", (6) con el fin de evitar su rotación y confinar su movimiento a que sea sólo lineal (*Figura 3.18*).

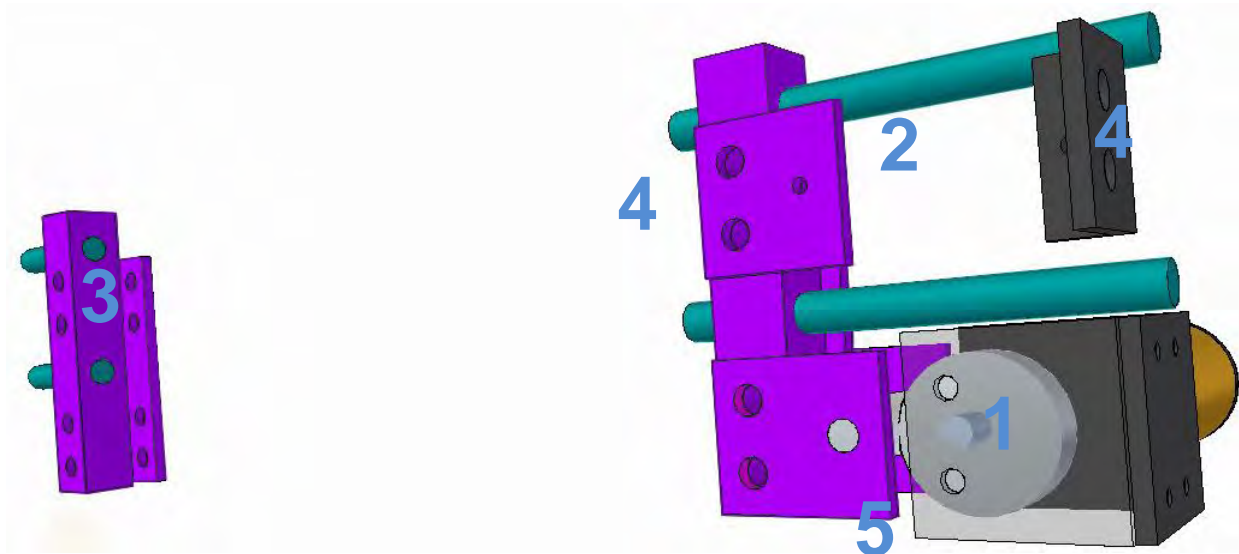


**Figura 3.18** Contra-eje y guía.

### Posicionado del cabezal

Este subsistema (*Figura 3.19*) permite realizar las 48 deformaciones necesarias para ir formando los 24 caracteres braille que se imprimirán a lo ancho de la hoja. Esto se logra con 24 punzones, ya que este subsistema mueve al subsistema de punzones 2.5 mm para poder abarcar toda la hoja.

El posicionado del cabezal cuenta con 19 piezas, y cuyo funcionamiento es el siguiente:



**Figura 3.19** Posicionado del cabezal.

Para mover el sistema se usa una leva (1), acoplada a un motorreductor, cuyo barreno se encuentra desfasado del centro 1.25 mm para lograr el desplazamiento deseado. Además, para que la leva alcance la posición adecuada se cuenta con dos sensores, *QRD1114*, sostenidos por una placa (5) frente a aquélla.

También cuenta con cuatro ejes (2), que se encuentran fijos a las barras laterales (3), cuya función es servir de guía al sistema al momento de moverse. Estos ejes se deslizan por unos agujeros del subsistema estructura.

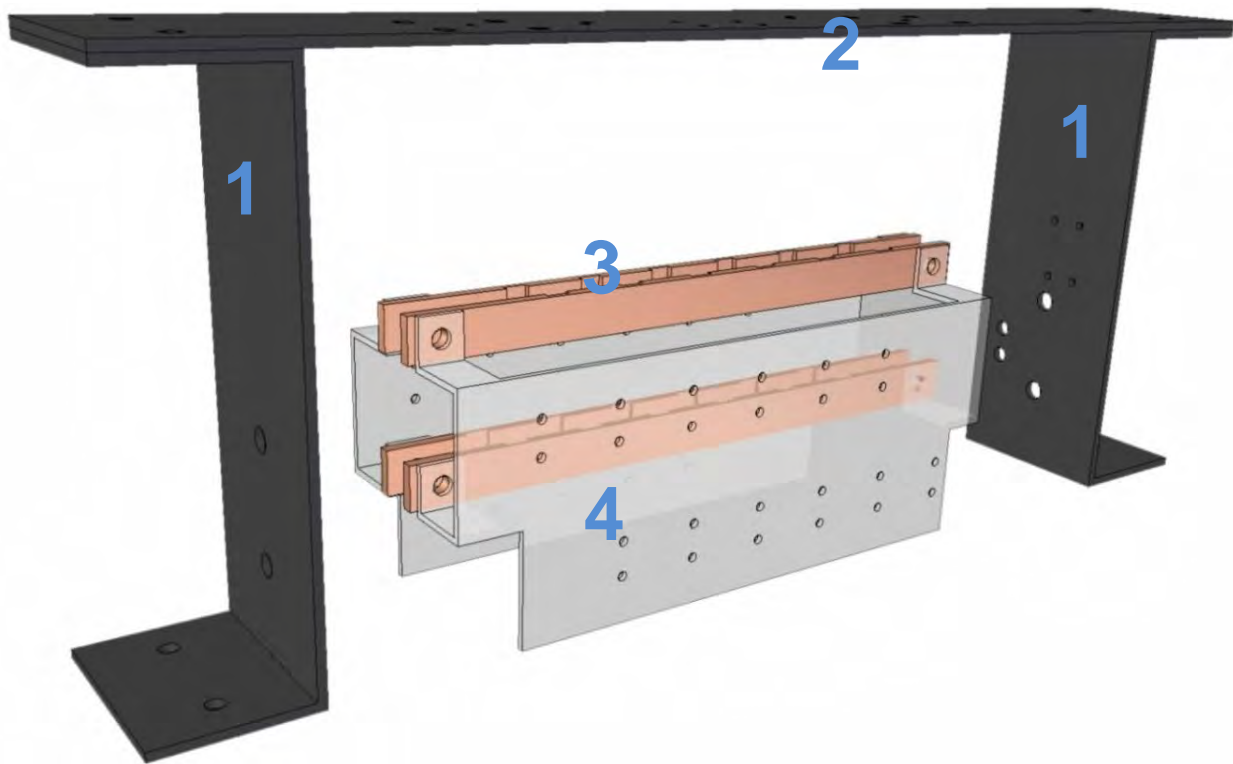
Finalmente, se tiene un mecanismo que permite regresar al cabezal a la posición inicial. Éste está compuesto por dos placas en forma de "L" (4), que llevan acoplado un resorte<sup>5</sup>, cuya función es jalar al cabezal de regreso.

<sup>5</sup> Los datos técnicos del resorte se encuentran en el apéndice B.



### Estructura

El último subsistema que se tiene, no por ello menos importante, es la estructura (*Figura 3.20*), la cual permite mantener todas las piezas y mecanismos en la posición adecuada para su correcto funcionamiento.



*Figura 3.20* Estructura.

Está formada por dos paredes (1) que permiten sostener al subsistema de punzones y al posicionado del cabezal. Es en estas paredes que deslizan los ejes del sistema anterior, para posicionar al cabezal.

El techo (2) sostiene a todos los elementos de la contraparte. Las barras sujetadoras (3) mantienen fijas las guías para los ejes con cremallera que mueven a los punzones. Por último, se tienen unas placas (4) a las que se sujetan los motores del subsistema de punzones, que mueven el eje anteriormente mencionado.

### 3.2 Diseño electrónico y control

En este subtema se abarcará toda la electrónica y control que conlleva el funcionamiento de los sistemas antes expuesto de manera óptima.

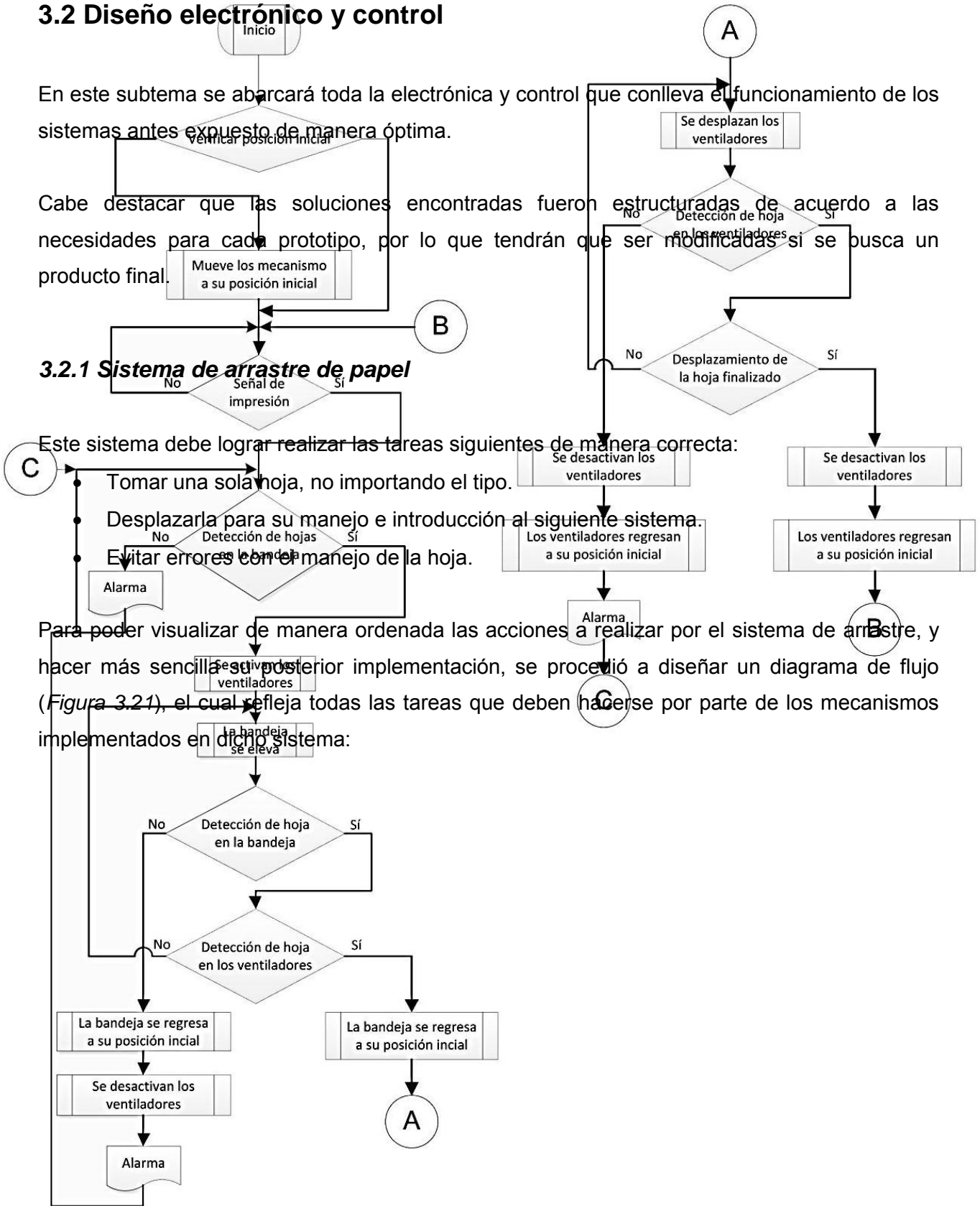
Cabe destacar que las soluciones encontradas fueron estructuradas de acuerdo a las necesidades para cada prototipo, por lo que tendrán que ser modificadas si se busca un producto final.

#### 3.2.1 Sistema de arrastre de papel

Este sistema debe lograr realizar las tareas siguientes de manera correcta:

- Tomar una sola hoja, no importando el tipo.
- Desplazarla para su manejo e introducción al siguiente sistema.
- Evitar errores con el manejo de la hoja.

Para poder visualizar de manera ordenada las acciones a realizar por el sistema de arrastre, y hacer más sencilla su posterior implementación, se procedió a diseñar un diagrama de flujo (Figura 3.21), el cual refleja todas las tareas que deben hacerse por parte de los mecanismos implementados en dicho sistema:





**Figura 3.21** Diagrama de flujo del sistema de arrastre de papel.

Ya con el diagrama de flujo establecido, se procedió a generar una solución electromecánica, que nos permitirá controlar los movimientos y acciones efectuadas por el sistema.

Para poder llegar a esta solución, se dividieron las labores en tres partes:

### **1 Diseño electrónico**

En esta parte se procedió a diseñar una configuración electrónica (*Figura 3.22*) con diferentes dispositivos, que permitan realizar las tareas de forma sencilla y correcta.

Los dispositivos electrónicos usados en el diagrama son:

- Un microcontrolador, PIC 18F4550.
- Un puente H, L293D.
- Tres transistores NPN, TIP 122.
- Dos microinterruptores.
- Dos motorreductores<sup>6</sup>, *Precisionmicrodriver* 216-201 y *Büehler dc gear motor* 1.61.046.314.
- Nueve resistencias, seis de 10 k $\Omega$  y tres de 330  $\Omega$ .
- Dos ventiladores tipo FAN, *Rabamex* FSY50515, de 12 VCD y 0.19 A.
- Un *push-botton*.
- Tres sensores ópticos, QRD1114.
- Un inversor séxtuple con salida Schmitt-trigger, 74LS14.
- Un buzzer, QSX-1206C de 12 VCD a 60 mA a 85 dB.

## **2 Programación del dispositivo**

Se realizó el programa<sup>7</sup>, que permitirá procesar las señales de entrada y responder de acuerdo a lo que se plasmó en el diagrama de flujo (*Figura 3.21*), en un entorno de programación de nivel medio con la ayuda de un *software* especializado llamado CCS, el cual está basado en el lenguaje C de programación para microcontroladores PIC.

---

<sup>6</sup>Los datos técnicos de estos materiales utilizados se encuentran en el apéndice B.

<sup>7</sup>El contenido del programa se encuentra en el apéndice C.

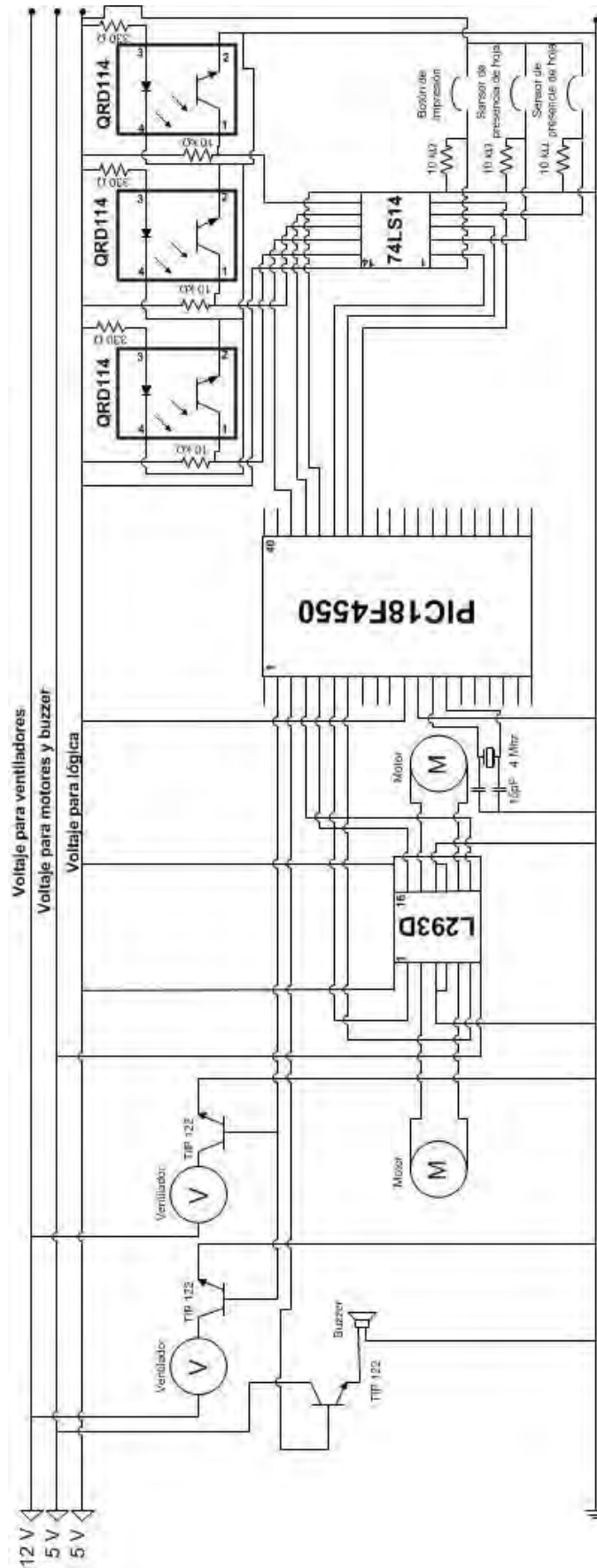


Figura 3.22 Diagrama electrónico del sistema de arrastre de papel.

### **3 Simulación**

Finalmente, todo esto se simuló a través de otro *software* llamado Proteus ISIS, el cual forma parte de la paquetería del programa PROTEUS, que se enfoca al diseño y simulación electrónica.

Para esta simulación del circuito, se dividió el trabajo en cuatro partes (*Figura 3.23*): electrónica de potencia (a), salidas (b), entradas (c) y control (d).

Como se puede apreciar en la *Figura 3.23*, las entradas (c) están conformadas por la señal de impresión y los sensores de posición, que en este caso están simulados por *push-buttons*. Ya que en esta simulación sólo pueden entrar datos de manera manual.

Una vez introducidas las entradas de acuerdo a lo planeado, llegan al apartado de control (d), el cual está conformado por el microcontrolador, que procesa dichas entradas y manda las diversas señales de salida al circuito de potencia (a).

Este microcontrolador, PIC18F4550, se escogió debido a su fácil adquisición y a las posibilidades de poder manejar en un futuro comunicación USB y, si es necesario, poder establecer más entradas y salidas, pero de igual manera se pudo haber usado un microcontrolador con menos prestaciones para hacer funcionar dicho circuito.

El circuito de potencia (a), que está conformado por el “puente H” y los transistores, realiza un acondicionamiento a las señales para que tengan la suficiente energía para accionar el dispositivo al que estén conectados, sin perder la señal de control.

Finalmente, las salidas del sistema (b) adquieren estas señales, con las que se realizan las tareas que les fueron asignadas.

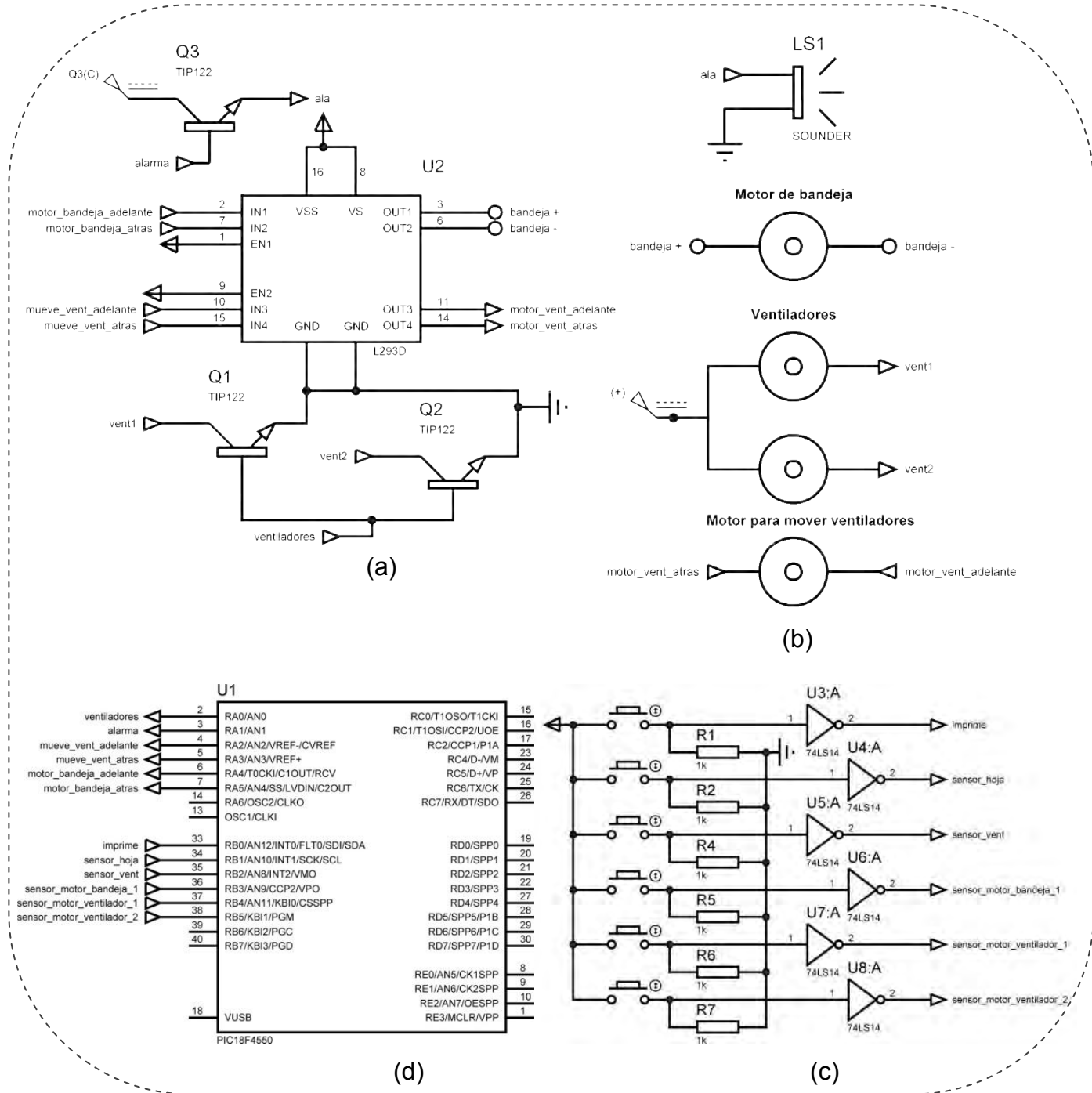


Figura 3.23 Simulación del sistema de arrastre de hojas.

Ya con esto se cumple con todo lo necesario para poder controlar, analizar y simular el funcionamiento del sistema de arrastre de hojas, pudiendo observar los resultados y realizar las conclusiones pertinentes referentes a esta parte.

### 3.2.2 Cabezal de impresión

El cabezal de impresión está diseñado para imprimir hasta 24 puntos por vez y las tareas que debe realizar para su correcta implementación son las siguientes:

- Mover los punzones a sus dos estados, de acuerdo a lo necesario.
- Mover la estructura en dos posiciones, 2.5 mm distantes.
- Mover la contraparte con los barrenos de forma cóncava 6 mm, para poder marcar el papel de manera correcta.

Para poder visualizar de una manera metódica las acciones a realizar, se construyó un diagrama de flujo (Figura 3.24):

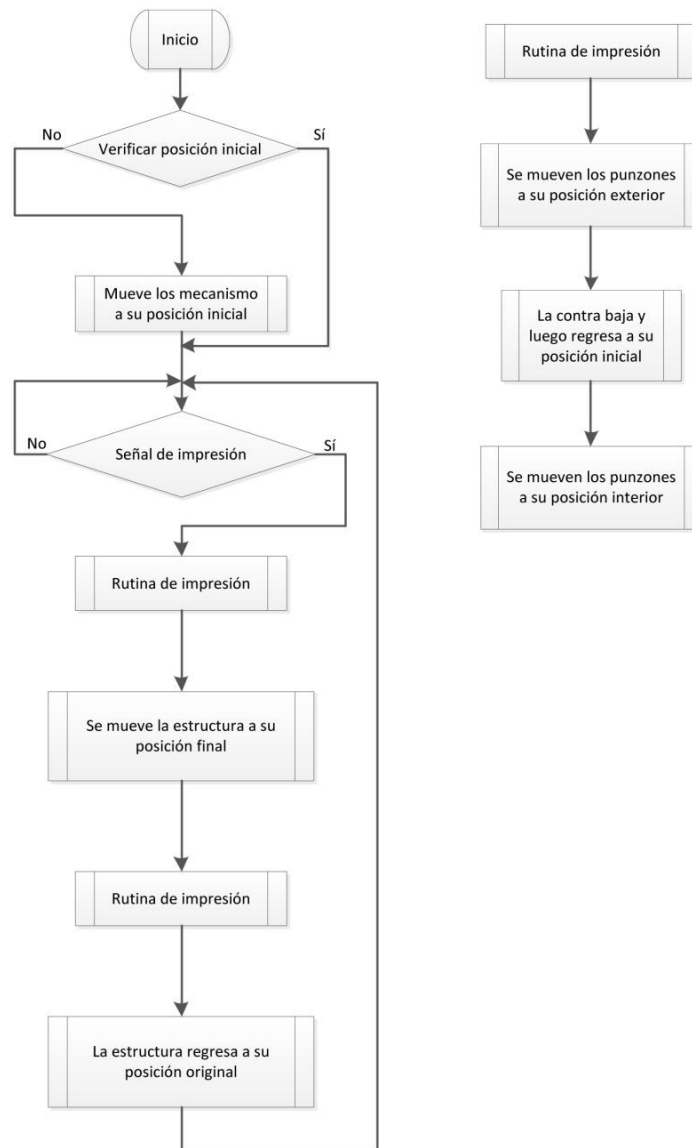


Figura 3.24 Diagrama de flujo del cabezal de impresión.

Una vez realizado el diagrama, se pueden observar todas las acciones que se deben cumplir por parte del cabezal para poder realizar las tareas asignadas.

De igual manera que el sistema anterior, se dividieron las labores para poder llegar a definir los componentes y configuraciones necesarias, que se detallan a continuación:

### 1 Diseño electrónico

Para la construcción del circuito electrónico de este sistema (*Figura 3.25*) se necesitaron los siguientes materiales:

- Un microcontrolador, PIC 18F4550.
- Trece puentes H, L293D.
- Veintiséis motorreductores, de los cuales veinticuatro son *Ramaxy Motor DC24238* de 6 Vy dos son *Bühler dc gear motor 1.61.046.314* y *1.61.50.462*.
- Siete resistencias, cuatro de 10K $\Omega$  y tres de 330 $\Omega$ .
- Un *push-botton*.
- Tres sensores ópticos, QRD1114.
- Un inversor séxtuple con salida *Schmitt-trigger*, 74LS14.

### 2 Programación del dispositivo

El programa se hizo con la ayuda de CCS, logrando establecer todas las acciones que se tenían planeadas de manera correcta.

### 3 Simulación

Posteriormente, tanto la electrónica como el control fueron simulados con la ayuda de PROTEUS, para observar que todo se desarrollara de manera correcta.

Para la simulación del circuito se dividió el trabajo en tres partes: entradas, control y electrónica de potencia con salidas.

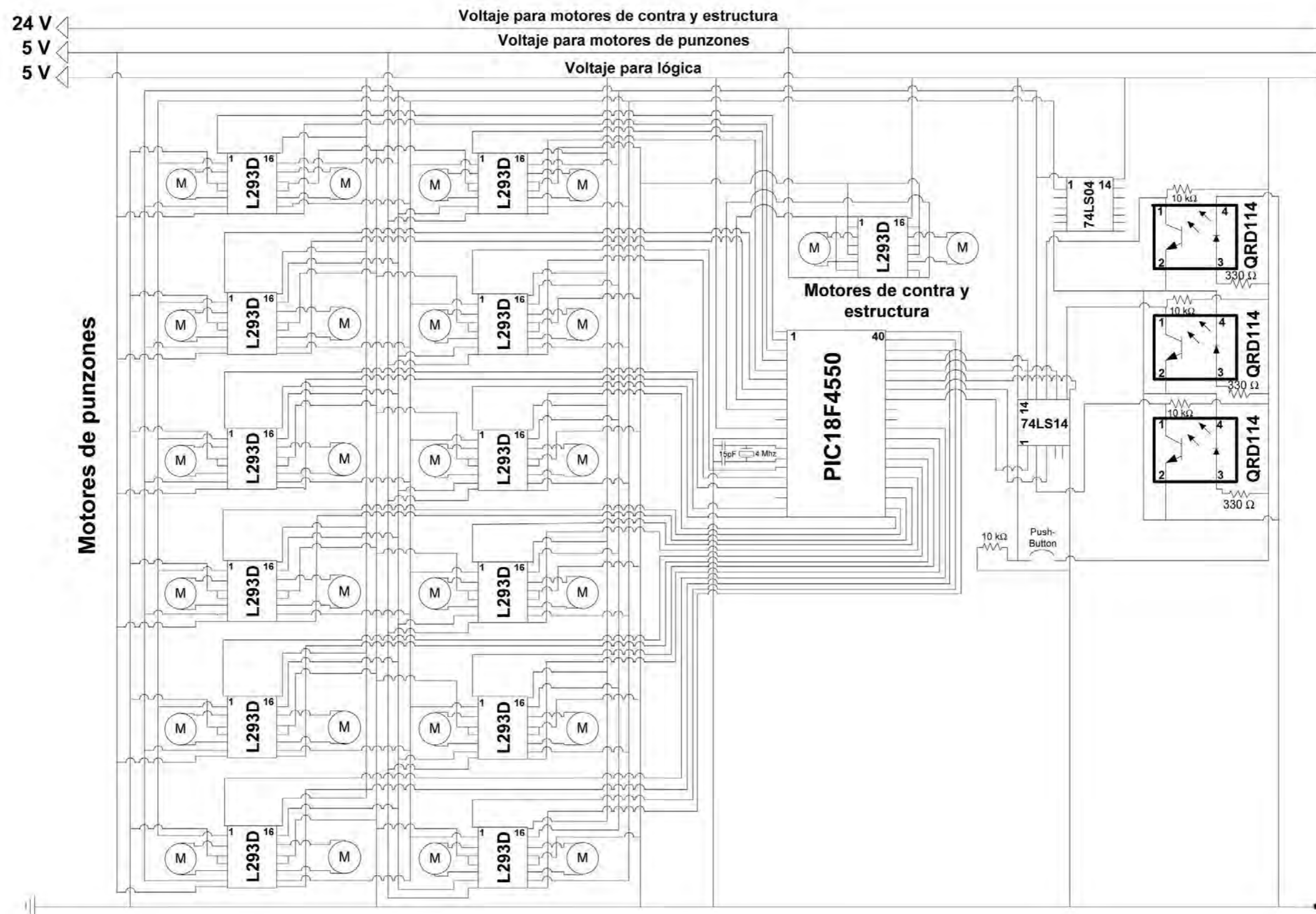
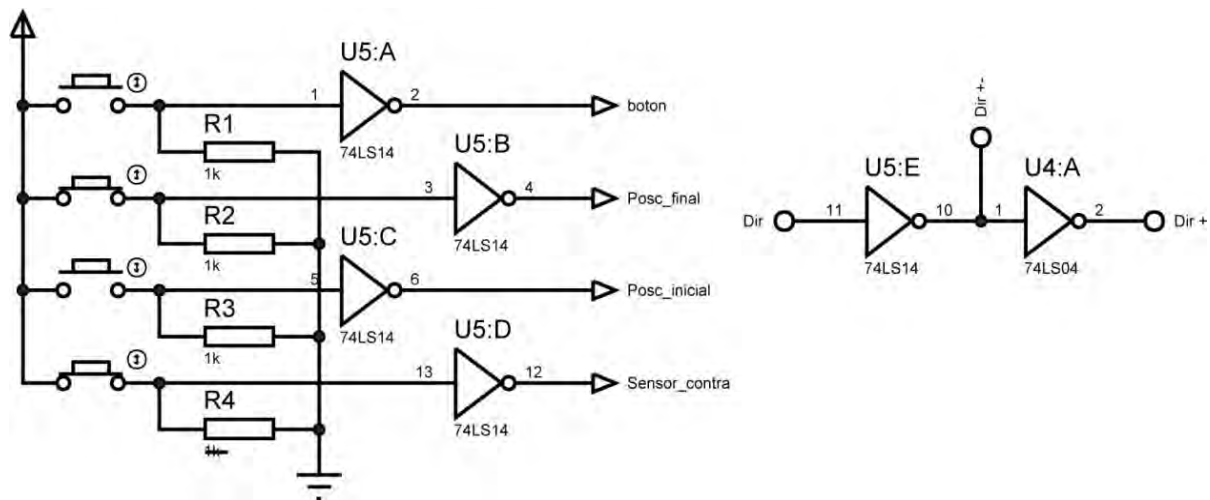


Figura 3.25 Diagrama electrónico del cabezal de impresión



Las entradas (*Figura 3.26*), que en este caso son el botón de la señal de impresión y los tres sensores optoelectrónicos son simulados todos con *push-buttons*. Estos a su vez están conectados a un *schmitt-trigger* para acondicionar la señal a los voltajes necesarios para su posterior procesamiento.

Debido a la simulación de los sensores optoelectrónicos, se requiere conocer la secuencia en la que se presentan sus señales, con objeto de aplicarlas manualmente al realizar la verificación del funcionamiento de este circuito.

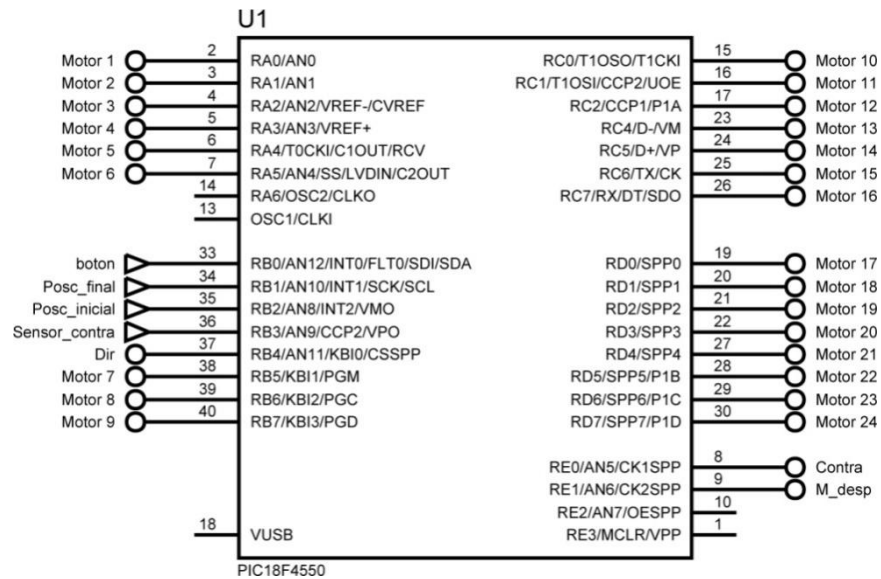


**Figura 3.26** Entradas de la simulación del cabezal de impresión.

Ya una vez acondicionas las señales, entran al microcontrolador, que es el elemento fundamental del sistema de control (*Figura 3.27*), ya que se ocupa de procesar las entradas y generar las salidas necesarias en los tiempos adecuados.

El microcontrolador usado fue un PIC18F4550, y se escogió gracias a que se puede configurar con grandes velocidades de procesamiento, de hasta 40 MHz, y por el gran número de entradas y salidas que maneja, ya que gracias a esta característica se pudo realizar el control de todo el circuito del cabezal de impresión con un solo circuito integrado.

Una vez procesadas las señales, pasan a la parte de electrónica de potencia y salida (*Figura 3.28*). En esta sección las señales sufren otro acondicionamiento, el cual les da la potencia y la polaridad necesaria para poder cumplir con lo establecido.



**Figura 3.27** Configuración de terminales del microcontrolador para cabezal de impresión.

En la *Figura 3.28*, se puede observar en la parte superior, dos motores que mueven la estructura y contraparte con los barrenos de forma cóncava; los cuales son accionados con una señal cada uno. Los otros veinticuatro motores, que son los que realizan el movimiento del punzón, necesitan tres señales: una que habilita a cada uno de los motores, y dos que le dan la dirección de giro a todos los motores en conjunto.

Con esto, se obtuvo al final una solución electromecánica que satisfizo las tareas requeridas por el sistema del cabezal de impresión, pudiendo realizar las pruebas correspondientes y obtener los resultados esperados para su implementación.

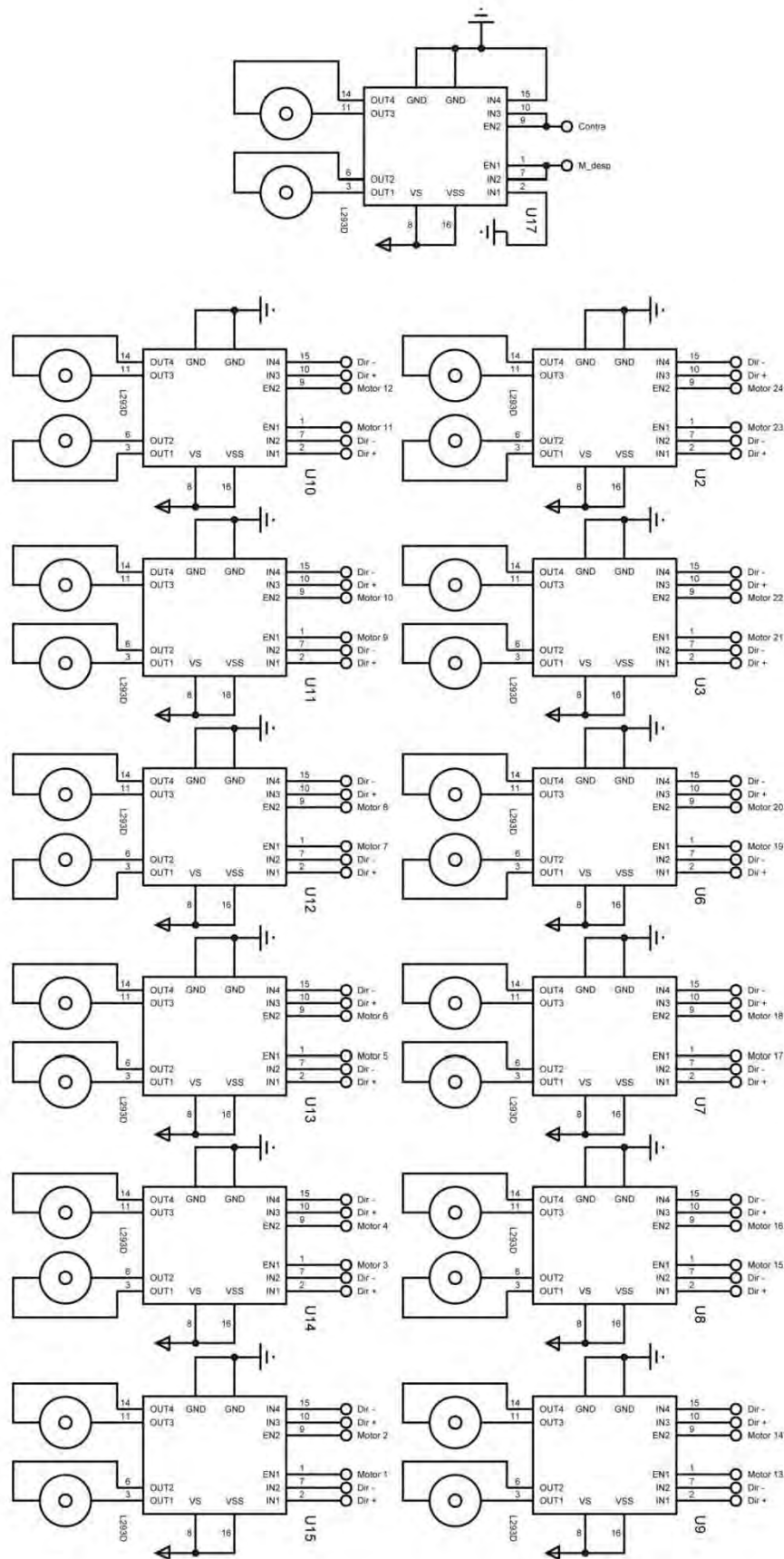


Figura 3.28 Electrónica de potencia y salidas del cabezal de impresión.



# **CAPÍTULO 4**

## **PRUEBAS Y RESULTADOS**

Tras tener el diseño de configuración se continuó con la manufactura de las piezas, adquisición de actuadores y piezas comerciales del cabezal de impresión, para su posterior ensamble y, finalmente, realizar las pruebas de funcionamiento.

### **4.1 Manufactura de piezas**

Para la manufactura de las piezas se usaron dos materiales: ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno) y aluminio. Aquéllas que fueron de ABS se hicieron con la máquina de prototipos rápidos, las de aluminio se mandaron manufacturar; la decisión del material y proceso a seguir para su fabricación, dependió de la función de cada pieza, así como la precisión necesaria y tamaño.

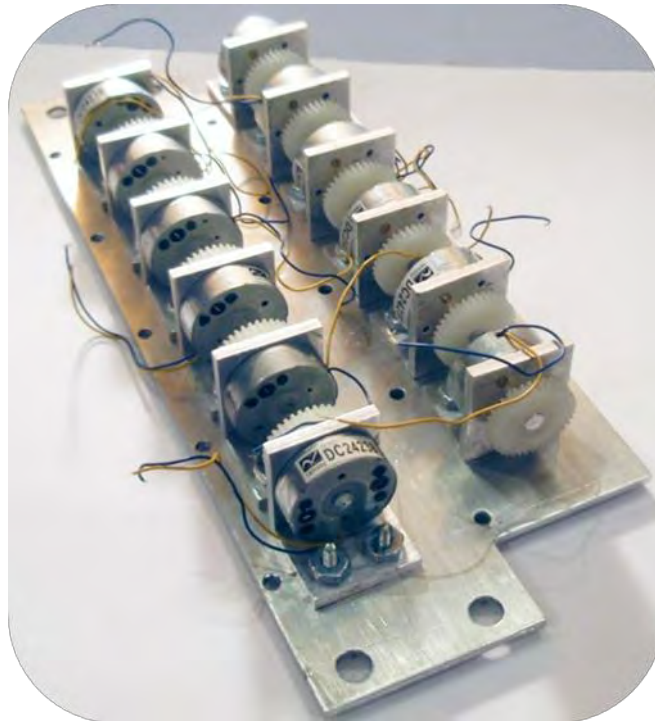
La mayoría de las piezas del cabezal de impresión se manufacturaron en aluminio, ya que se requería que fuesen resistentes, pero al mismo tiempo, fáciles de manufacturar, a excepción de las levas, los engranes y las cremalleras. Las levas se fabricaron con la máquina de prototipos rápidos, los engranes y cremalleras son piezas comerciales de nylon 101 y latón respectivamente.

El resto de las piezas que conforman el cabezal de impresión, por ser de alguna dimensión no compatible con la máquina de prototipos rápidos, tuvieron que manufacturarse por medio de otros procesos y máquinas (torno y fresa) en placa, solera y barra de aluminio. Otra de las razones para haber tomado esta decisión fue la precisión requerida en las piezas, pues se hicieron algunos punzones y ejes de ABS como prueba y no se obtuvieron con la calidad deseada.

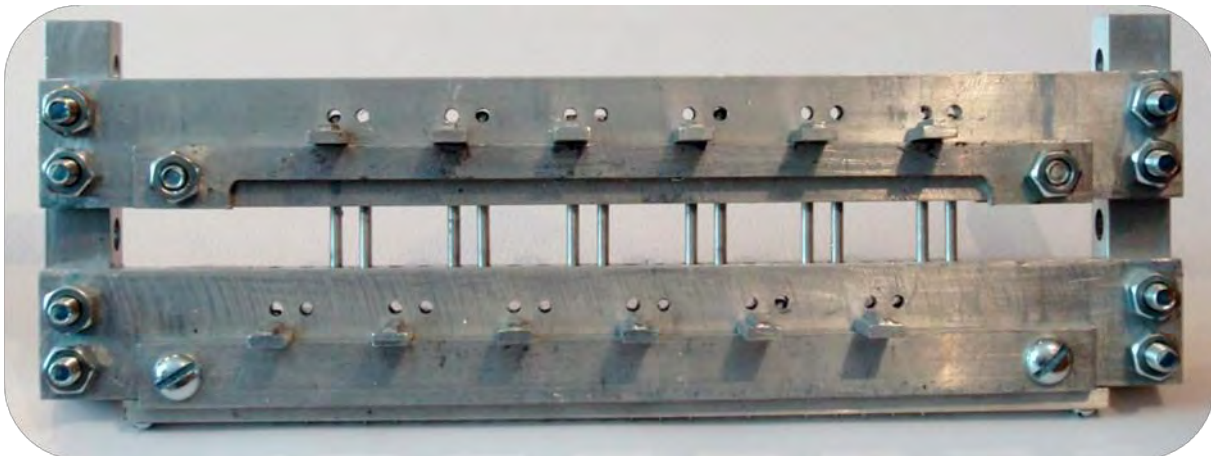
## **4.2 Ensamble**

Ya que se tuvieron todas las piezas, actuadores y demás componentes necesarios, se procedió al ensamble del sistema.

En las siguientes dos figuras se puede observar el subsistema de punzones del cabezal de impresión en dos partes fundamentales: los motores con su respectivo engrane montados en la placa que los sostiene y mantiene a una distancia determinada (*Figura 4.1*) y las soleras con los punzones y guías para el contra-eje de cada punzón (*Figura 4.2*).

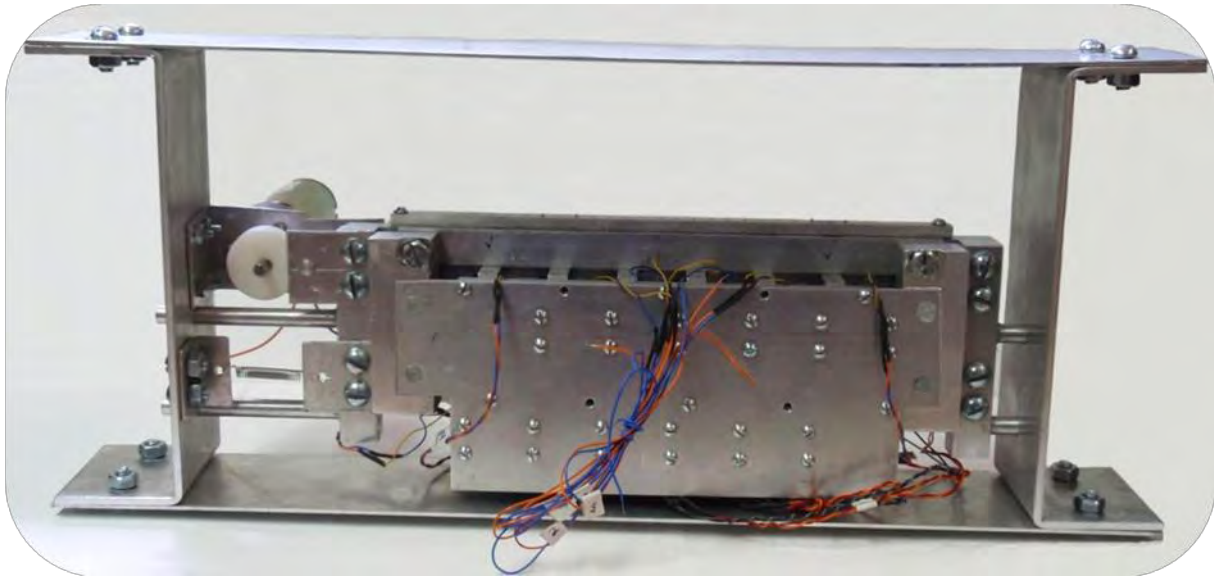


**Figura 4.1** Motores con engrane.



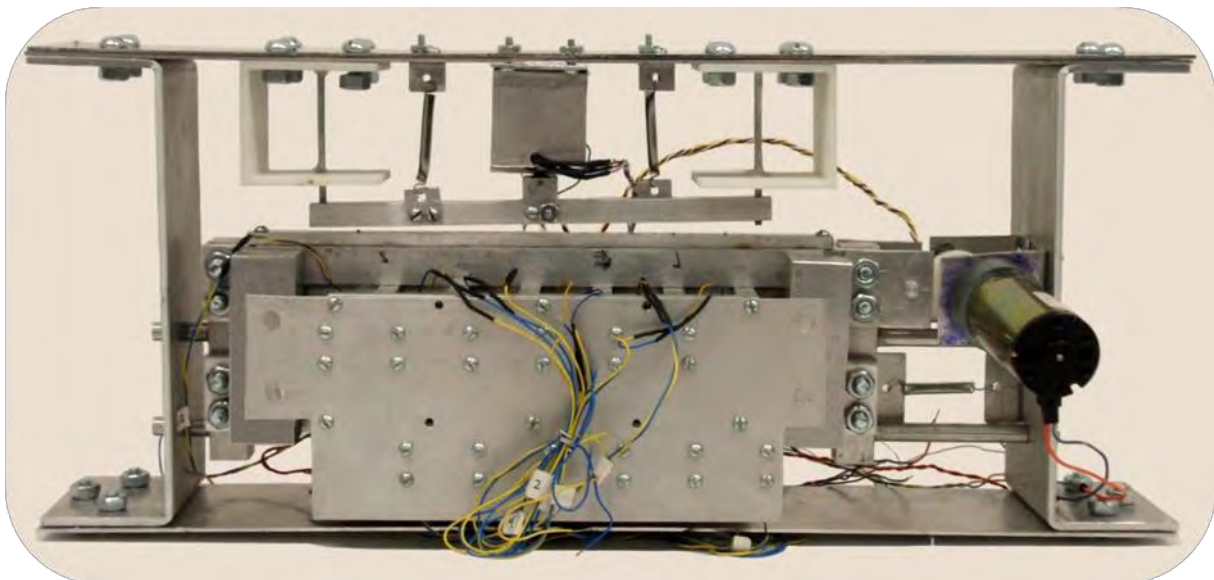
**Figura 4.2** Porta-punzones y guías del contra-eje.

Posteriormente se montaron los motores en las soleras y se ensamblaron a la estructura, en la cual se pueden observar las piezas y actuadores que sirvieron para posicionar al subsistema de punzones del cabezal (*Figura 4.3*).



**Figura 4.3** Estructura.

Finalmente, se armó la contraparte y se unió al resto del sistema para así obtener el ensamble completo del cabezal de impresión (*Figura 4.4*).



**Figura 4.4** Cabezal de impresión.

Esta etapa del proyecto fue de las que más tiempo requirió, ya que el proceso de manufactura no fue tan rápido como se esperaba, además de que se tuvieron que hacer algunas modificaciones y ajustes a ciertas piezas debido a que no todas ellas se obtuvieron con la precisión deseada.



### 4.3 Pruebas

Una vez ensamblado todo el sistema del cabezal de impresión, se procedió a realizar las pruebas necesarias para observar su comportamiento.

Se verificó que los motores movieran satisfactoriamente a los punzones, la contraparte aprisionara la hoja contra éstos para realizar las deformaciones y el motorreductor fuera capaz de mover el subsistema de punzones los 2.5 mm necesarios para realizar las siguientes 24 deformaciones.

Las pruebas realizadas arrojaron los siguientes resultados:

- El conjunto de motor, engrane, contra-eje y punzón, interactuó de manera satisfactoria para poder llevar los punzones de su posición de reposo a su posición de trabajo y viceversa. Sin embargo, no se pudieron hacer pruebas con todos los punzones debido a errores de precisión en la manufactura de las piezas.
- El motorreductor con la leva y los sensores del posicionado del cabezal, fueron una buena solución para desplazar al sistema los 2.5 mm necesarios para realizar las siguientes deformaciones. Además, el resorte seleccionado cumplió con las características necesarias para poder regresar el cabezal a su posición inicial.
- Por último, las pruebas de la contraparte demostraron que, a pesar de que los resortes funcionaron de manera adecuada, al tener sólo una leva al centro del subsistema no se ejerció fuerza suficiente para realizar las 24 deformaciones, pues la barra no tuvo un movimiento descendente uniforme.
- Con estas pruebas también se pudo observar que cada motor de punzón consume alrededor de 0.37 A trabajando a 5 V y cada motorreductor aproximadamente 0.02 A a 24 V, más los componentes electrónicos que trabajan con 5 V. Con estos datos, se tiene que el sistema de cabezal consume alrededor de 50 W al momento de estar imprimiendo.

- Otro de los datos obtenidos fue que en 5 segundos se realizaron 48 deformaciones, por lo que se necesitaron de 15 segundos para imprimir un renglón completo, 24 caracteres braille; es decir, para imprimir una hoja se tardaría aproximadamente 5.5 minutos.



# **CAPÍTULO 5**

## **CONCLUSIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Con la realización del presente trabajo se verificó la importancia de aplicar una metodología al momento de diseñar un sistema, pues esto simplifica la tarea y la conduce a un buen resultado. En especial la metodología utilizada es funcional en el desarrollo de prototipos de productos, pues al jerarquizar las especificaciones dadas, las propuestas, y por tanto, el diseño final, cumplen con aquéllas que tienen más importancia, evitando de esta forma desviar la atención hacia funciones secundarias.

A pesar de no haber realizado el prototipo funcional del sistema de arrastre de papel, el diseño propuesto tiene altas posibilidades de funcionar adecuadamente, pues en un principio se hizo un modelo burdo con el cual se pudieron simular los mecanismos propuestos, obteniendo resultados satisfactorios ya que los ventiladores sólo movían la primera hoja de la bandeja.

Una vez terminadas las pruebas del cabezal de impresión, y tras haber analizados los resultados obtenidos en ellas, se verificó que el subsistema de posicionado de cabezal funcionó satisfactoriamente. Aunque el subsistema de punzones funciona, es necesario volver a manufacturar algunas de las piezas para poder corroborar con más elementos su correcto funcionamiento.

Para el subsistema de la contraparte se propone añadir dos levas, una en cada extremo de la barra, y transmitir el movimiento de la leva central con un tren de engranes, para tener un desplazamiento más uniforme de la barra, así como una mejor distribución de la fuerza a ejercer.

Debido a los problemas que se tuvieron con la manufactura de las piezas, ya que no se cumplió con todos los movimientos y funciones establecidas para el cabezal de impresión, se llegó a la conclusión de que es necesario contar con personas que trabajen manufactura de precisión, pues debido al tamaño de la celda braille se hace necesario que las tolerancias de las piezas sean respetadas.

En resumen, se cumplió satisfactoriamente el objetivo de presentar el diseño de configuración para el sistema de arrastre de papel y cabezal de impresión. Sin embargo, no se logró presentar el prototipo del sistema de cabezal de impresión funcionando completamente, debido a errores de manufactura y tiempo de entrega.

## 5.2 Trabajo a futuro

Las acciones a realizar para poder concluir de manera correcta un primer prototipo funcional de estos dos subsistemas son:

- Modificar el mecanismo que acciona la contraparte, ya que al ser un actuador que ejerce fuerza sólo en la parte central, la barra de la contraparte realiza un desplazamiento asimétrico indeseado, por lo que no logra la operación establecida, que en este caso es marcar los curvatura de los punzones en la hoja.
- Volver a manufacturar las piezas del sistema de cabezal de impresión que no lograron las dimensiones deseadas.
- Construcción de los mecanismos y el circuito electrónico de control del sistema de arrastre de papel, para realizar las pruebas pertinentes de funcionamiento y, si es necesario, realizar las modificaciones que se requieran.

Las acciones a realizar para poder concluir de manera correcta un primer prototipo funcional de la impresora braille son:

- Diseño y construcción de un sistema que permita desplazar y controlar el movimiento de las hojas a través del sistema de arrastre de papel y el cabezal de impresión.
- Diseño y construcción de un sistema que permita manipular la hoja ya impresa y la ubique para ser manipulada por el usuario.
- Diseño y construcción de un sistema que establezca la comunicación entre los sistemas antes descritos, esto con el fin de poder realizar de manera ordenada y sistemática todas las acciones necesarias para la impresión de una hoja.

- Diseño y construcción de un sistema que permita la interacción del usuario final con la computadora, así como la correcta interpretación de la tarea asignada por parte de la computadora, a la impresora.
- Diseño y construcción de un sistema estructural que permita tener todos los demás sistemas en la posición diseñada, además de permitir que el usuario pueda manipular la impresora con facilidad.
- Definir todos los procesos de manufactura y materiales óptimos para los sistemas establecidos.

Una vez logrados todos estos puntos se podrá tener un prototipo funcional de la impresora braille propuesta en este trabajo.

# Bibliografía

- 1 Cross, *Métodos de Diseño, Estrategias para el Diseño de Productos*, Limusa Wiley, México, 2008.
- 2 Javier Gámez García, *Diseño y construcción de una tarjeta controladora para una impresora de caracteres especiales*, tesis de licenciatura, facultad de ingeniería, UNAM, 1994.
- 3 José Jaime Villegas Blanco, *Diseño y fabricación de una impresora braille*, tesis de licenciatura, facultad de ingeniería, UNAM, 1995.
- 4 Leyda Guadalupe Jiménez Ruiz, *Empleo de técnicas de ingeniería del producto para el desarrollo de una impresora braille*, tesis de licenciatura, facultad de ingeniería, UNAM, 1998.
- 5 Gabriel Ángel Álvarez y Beatric Adriana Olivera, *Ingeniería del producto aplicada al diseño conceptual de una impresora braille*, tesis de licenciatura, facultad de ingeniería, UNAM, 2004.



- 6 Alethya Liliana García Quintana e Ismael Olivares Valentín, *Diseño de una impresora de código braille*, tesis de licenciatura, facultad de ingeniería, UNAM, 2005.p
- 7 García Breijo Eduardo, *Compilador C CCS y simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC*, Alfaomega, México, 2008.
- 8 INEGI, *Las personas con discapacidad en México: una visión censal*, México, 2004.
- 9 Comisión Nacional de los Derechos Humanos, *Los Derechos Humanos de las personas con discapacidad visual*, México, 2002.
- 10 INEGI, *Principales resultados del Censo de Población y Vivienda 2010*, <http://www.censo2010.mx/>; consultada en marzo del 2011.
- 11 Organización Mundial de la Salud, *Centro de prensa. Ceguera y discapacidad visual*, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/index.html>, nota descriptiva N° 282 mayo 2009; consultada en marzo del 2011.
- 12 Brun, Calderón, Muñoz, Cofré, Sciola, Álvarez, *Código Braille*, <http://www.oni.escuelas.edu.ar/2004/NEUQUEN/690/activ01.htm>; consultada en mayo del 2010.
- 13 *FAST and LS TTL Data*, Motorola Logic Integrated Circuits Division, 1992.
- 14 *CDBraille.com*, [http://www.cdbraille.com/codigo\\_braille.asp](http://www.cdbraille.com/codigo_braille.asp); consultada en mayo de 2010.
- 15 *Historia del sistema Braille*, [http://www.rioja2.com/n-55764-702-Historia\\_sistema\\_Braille](http://www.rioja2.com/n-55764-702-Historia_sistema_Braille), 7 de enero del 2010; consultada en abril del 2010.
- 16 *Cómo es el Sistema Braille*, <http://www.fbu.edu.uy/informacion/alfabeto/alfabeto.htm>; consultada en abril del 2010.

17 Leonel Morales Díaz, *Resolución de Problemas y Toma de Decisiones - Ingeniería Simple*,

<http://www.ingeneriasimple.com/problemas/EjemploMatrizDecision.pdf>, 19 de marzo del 2009; consultada en enero del 2011.

18 *BühlerMotor*,

<http://www.buehlermotor.com/C12572C600247071/vwContentByKey/W273RD58524W>  
EBREN, 2007; consultada en octubre del 2010.

19 *Lee Spring*,

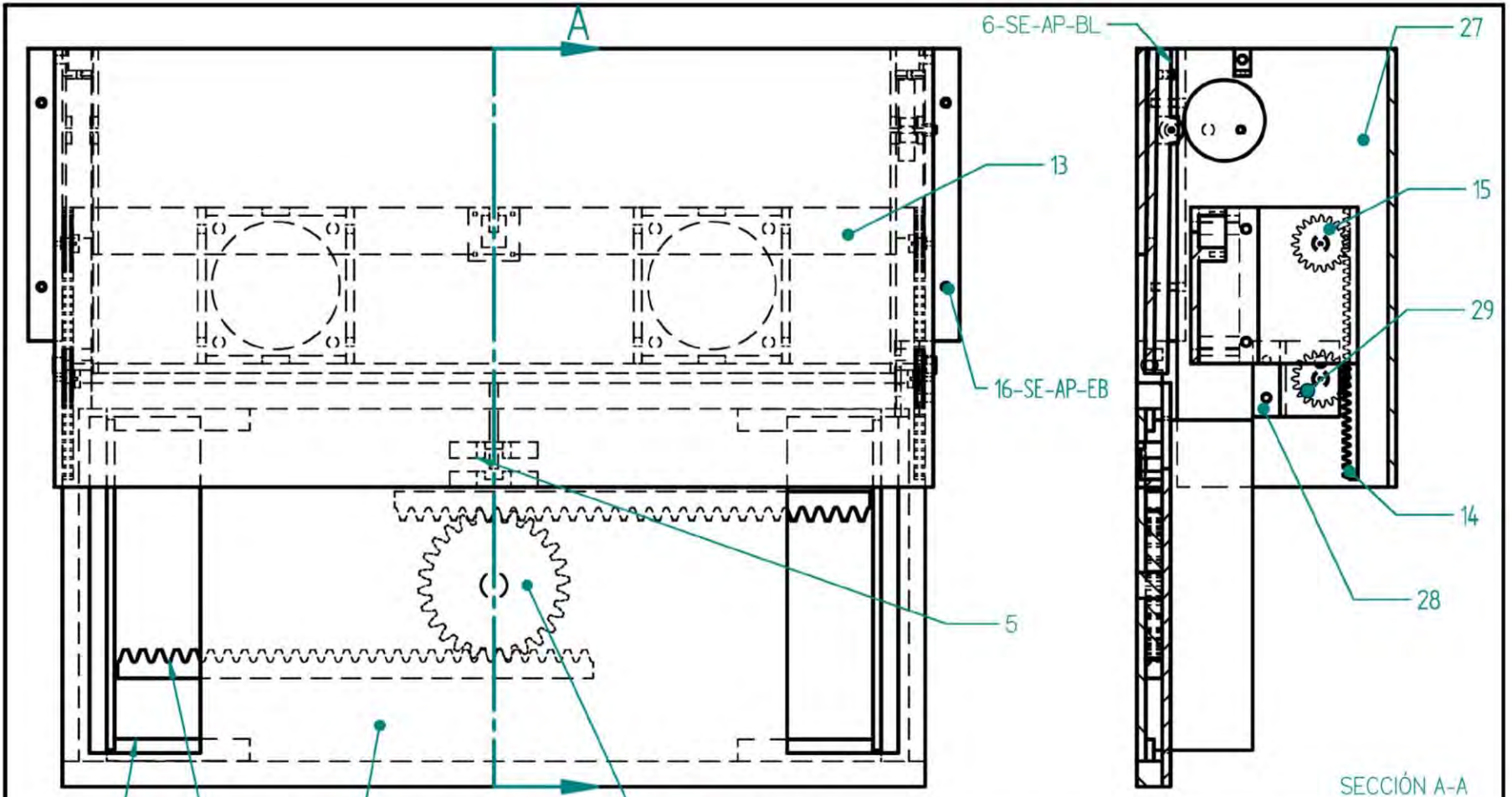
[http://www.leespring.com/mx\\_index.asp?CountryCode=012#](http://www.leespring.com/mx_index.asp?CountryCode=012#), 2007; consultada en noviembre del 2010.

*Atreveos: el progreso solamente se logra así.*

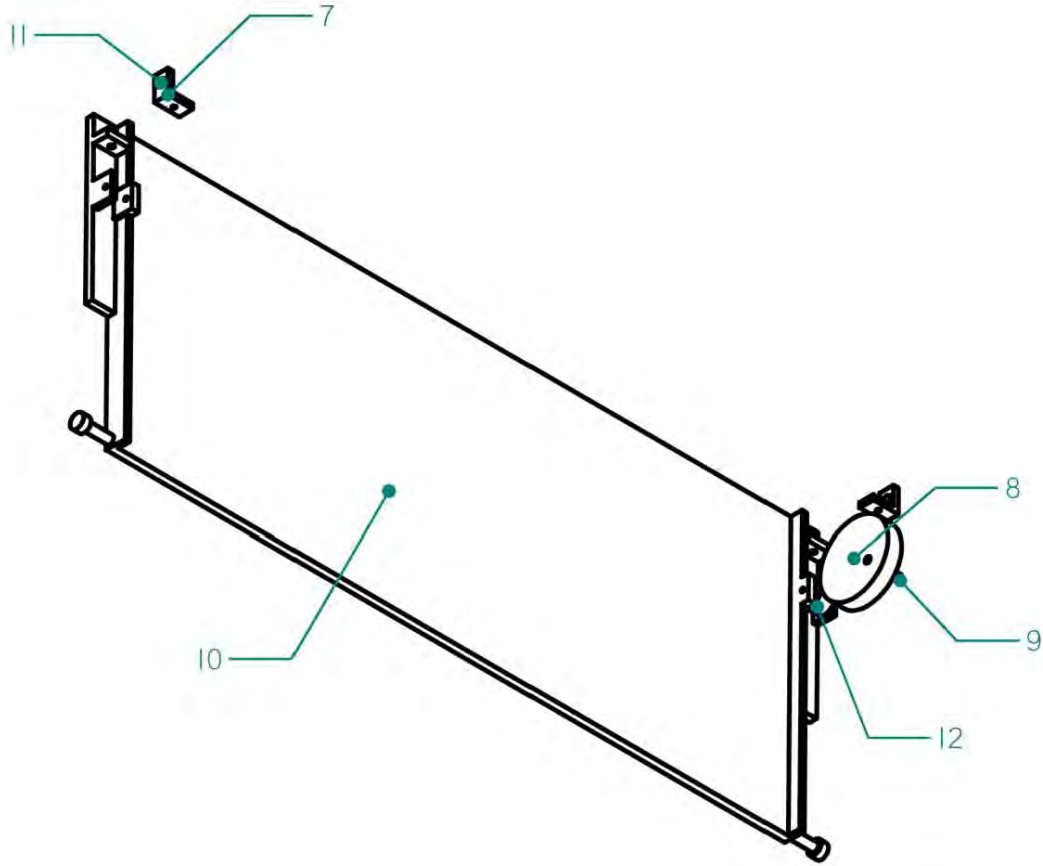
*Victor Hugo*

# **Apéndice A**

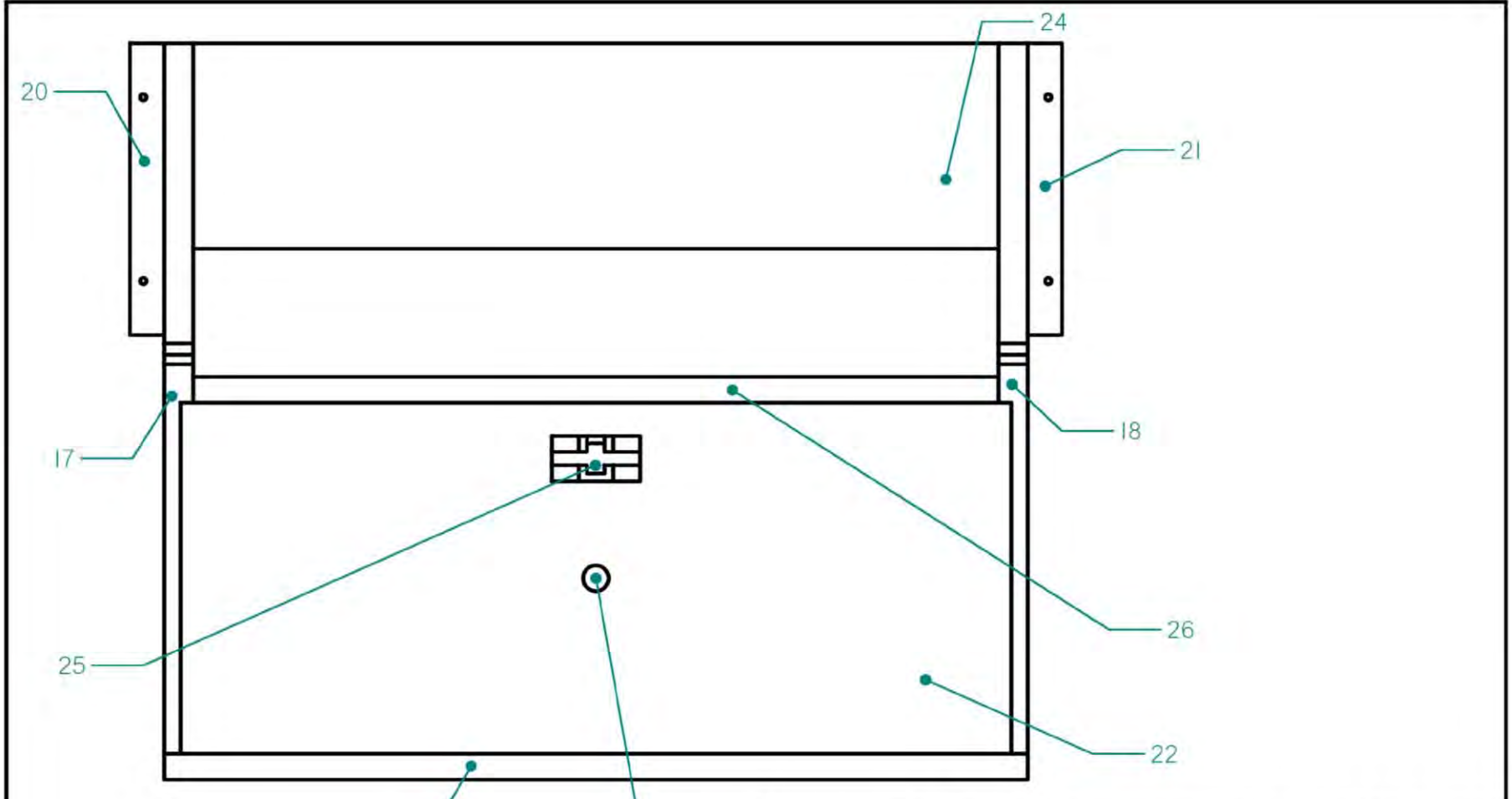
| Pieza | Cantidad | Número de plano                      | Descripción                                   |
|-------|----------|--------------------------------------|---|
| 1     | 1        | AP-AH-PTE1                           | Tapa de pestañas                              |
| 2     | 2        | AP-AH-PC2                            | Pestaña                                       |
| 3     | 2        | AP-AH-C3                             | Cremallera de pestañas                        |
| 4     | 1        | AP-AH-E4                             | Engrane de pestañas                           |
| 5     | 1        |                                      | Microswitch (sensor de hojas)                 |
| 6     | 1        | SE-AP-BL                             | Subsistema bandeja de levantamiento           |
| 7     | 2        | AP-BL-PR7                            | Placa para resortes de bandeja                |
| 8     | 1        | AP-BL-L8                             | Leva de bandeja                               |
| 9     | 1        | AP-BL-JL9                            | Eje para leva de bandeja                      |
| 10    | 1        | AP-BL-F10                            | Bandeja                                       |
| 11    | 2        |                                      | Resorte                                       |
| 12    | 1        |                                      | Rueda de goma de 9 mm                         |
| 13    | 1        | AP-PH-SV13                           | Base de ventiladores                          |
| 14    | 2        | AP-PH-C14                            | Cremallera para ventiladores                  |
| 15    | 4        | AP-PH-E15                            | Engrane para ventiladores                     |
| 16    | 1        | SE-AP-EB                             | Base del sistema                              |
| 17    | 1        | AP-EB-BI17                           | Barra izquierda de la base                    |
| 18    | 1        | AP-EB-BD18                           | Barra derecha de la base                      |
| 19    | 1        | AP-EB-BO19                           | Barra posterior de la base                    |
| 20    | 1        | AP-EB-SI20                           | Paralela izquierda de base                    |
| 21    | 1        | AP-EB-SD21                           | Paralela derecha de base                      |
| 22    | 1        | AP-EB-PJN22                          | Placa para sensor y eje de base               |
| 23    | 1        | AP-EB-JE23                           | Eje para engrane de pestañas                  |
| 24    | 1        | AP-EB-PAF24                          | Placa frontal de la base                      |
| 25    | 1        | AP-EB-FN25                           | Caja para sensor de hojas                     |
| 26    | 1        | AP-EB-B26                            | Barra media de la base                        |
| 27    | 1        | AP-EB-PT27                           | Tapa del sistema                              |
| 28    | 1        | AP-EB-PNE28                          | Placa para sensor en engrane                  |
| 29    | 3        | QRD1114                              | Sensor óptico (ver Anexo B)                   |
| 30    | 1        | Precision mircodriver<br>216-201     | Motorreductor para ventiladores (ver Anexo B) |
| 31    | 1        | Büeler DC Gear Motor<br>1.61.046.314 | Motorreductor para bandeja (ver Anexo B)      |
| 32    | 2        | Rabamex FSY50515                     | Ventiladores (ver anexo B)                    |



|  |   |   |                          |
|--|---|---|--------------------------|
| Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |   |  |                          |
| Dibujó   | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Sistema de arrastre de papel  |                          |
| Revisó   | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1  | Número de plano<br>E-AP  |
| Dimensiones en milímetros                                  |   | Escala: 1:2   | Fecha: 19 / marzo / 2011 |

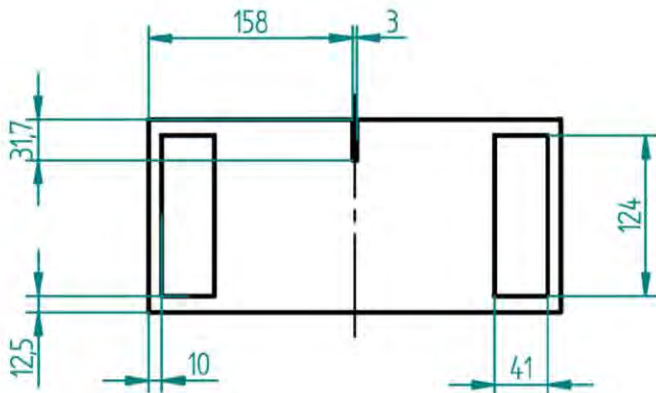
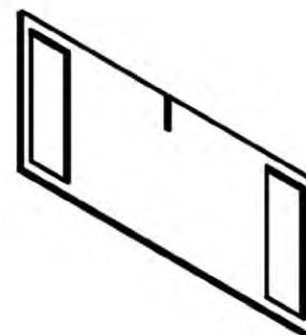


|  |   |   |                             |
|--|---|---|-----------------------------|
| Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |   |  |                             |
| Dibujó   | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Maclas Mejía | Título<br>Subsistema bandeja de levantamiento   |                             |
| Revisó   | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$   | Número de plano<br>SE-AP-BL |
| Dimensiones en milímetros                                  |   | Escala: 1:2   | Fecha: 22 / marzo / 2011    |

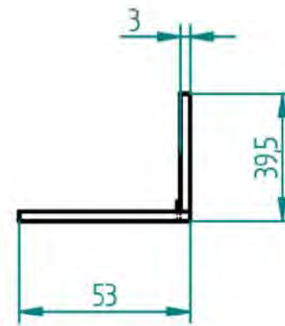
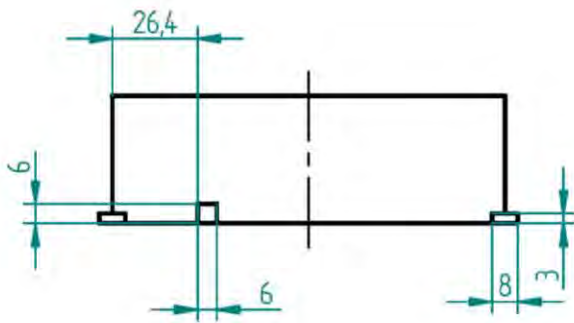
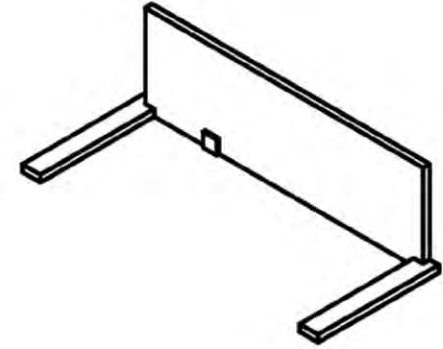
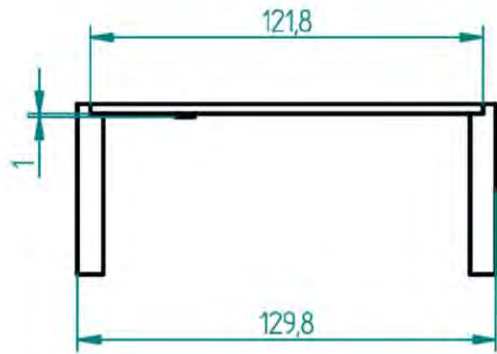


|  |   |   |                             |
|--|---|---|-----------------------------|
| Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |   |  |                             |
| Dibujó   | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Base del subsistema estructura  |                             |
| Revisó   | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1  | Número de plano<br>SE-AP-EB |
| Dimensiones en milímetros                                  |   | Escala: 1:2   | Fecha: 22 / marzo / 2011    |



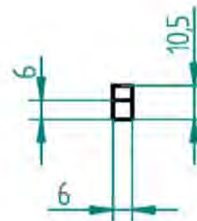
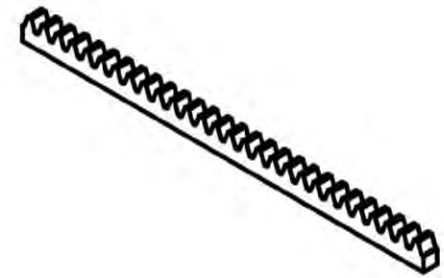


|                           |   |  |                            |                               |
|---------------------------|---|--|----------------------------|-------------------------------|
| Material                  |   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica |                            |                               |
| Aluminio                  |   | UNAM   |                            |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía |  | Título<br>Tapa de pestañas |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               |  | Tolerancia<br>±0.1         | Número de plano<br>AP-AH-PTE1 |
| Dimensiones en milímetros |   |  | Escala: 1:5                | Fecha: 26 / octubre / 2010    |



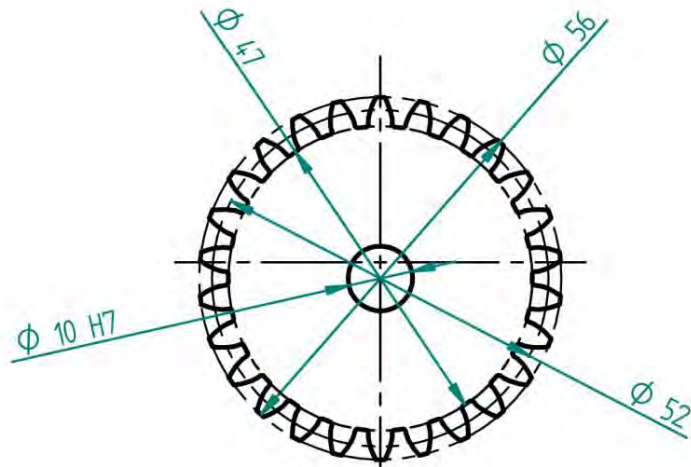
|                           |   |  |                              |  |
|---------------------------|---|--|------------------------------|--|
| Material                  | ABS   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Pestaña  |                              |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-AH-PC2 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 31 / enero / 2011     |  |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Ángulo de presión | 20° |
| Número de dientes | 28  |

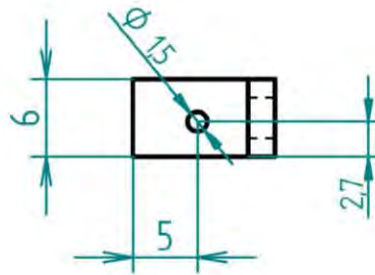
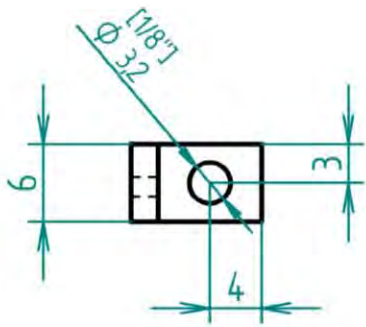
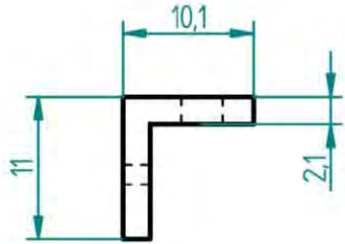


|                           |   |  |   |
|---------------------------|---|--|---|
| Material                  | ABS   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Cremallera de pestaña                            |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-AH-C3   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 31 / enero / 2011  |

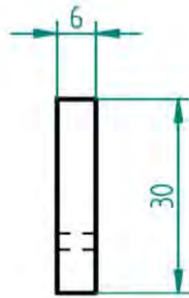
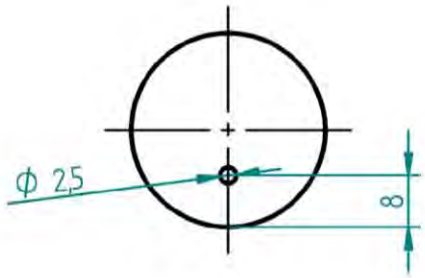
|                   |     |
|-------------------|-----|
| Ángulo de presión | 20° |
| Número de dientes | 26  |



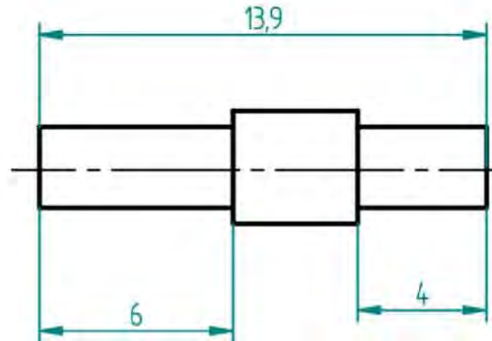
|                           |   |  |                             |
|---------------------------|---|--|-----------------------------|
| Material                  | ABS   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                             |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Engrane de pestañas                              |                             |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>AP-AH-E4 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 31 / enero / 2011    |



|                           |   |  |                              |
|---------------------------|---|--|------------------------------|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título "L" para resorte de bandeja                         |                              |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>AP-BL-PR7 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 31 / octubre / 2011   |

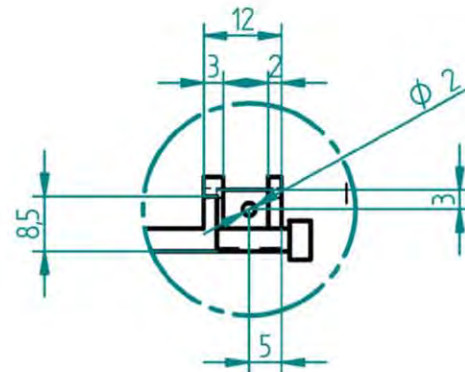
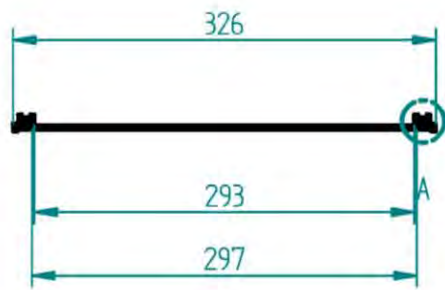


|                           |   |  |   |
|---------------------------|---|--|---|
| Material                  | ABS   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Leva para bandeja                                |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0,1$                                    | Número de plano<br>AP-BL-L8   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 27 / octubre / 2010  |

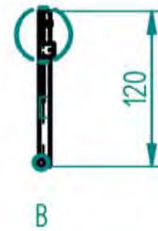
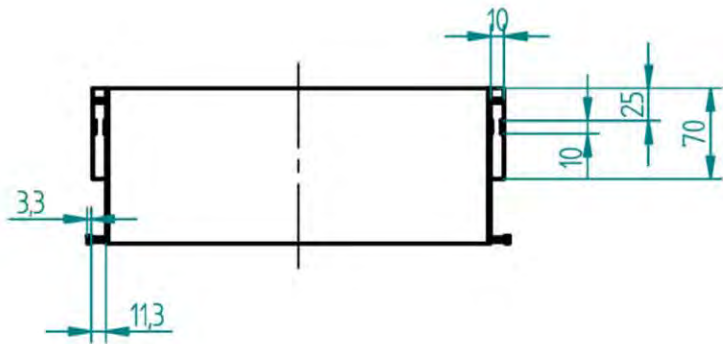
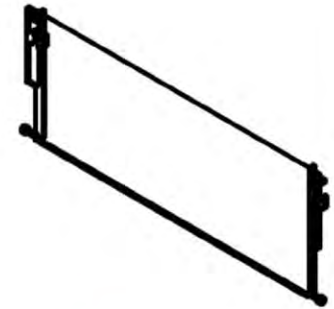


|                           |   |  |                              |  |
|---------------------------|---|--|------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Eje de leva para bandeja                         |                              |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>AP-BL-JL9 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 5:1  | Fecha: 31 / enero / 2011     |  |

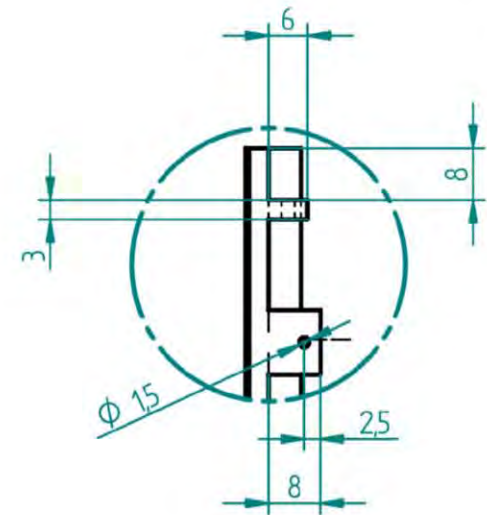




DETALLE A  
1:1



B



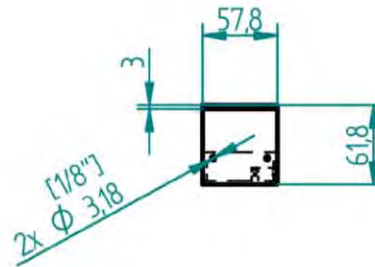
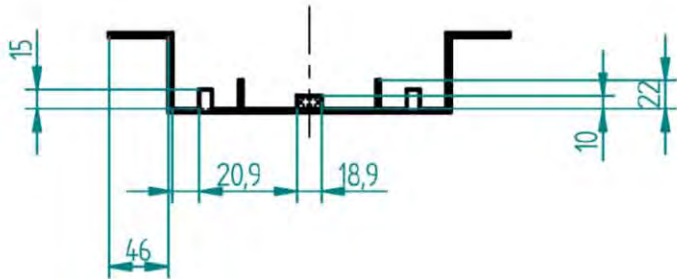
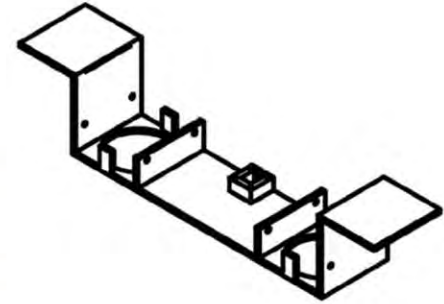
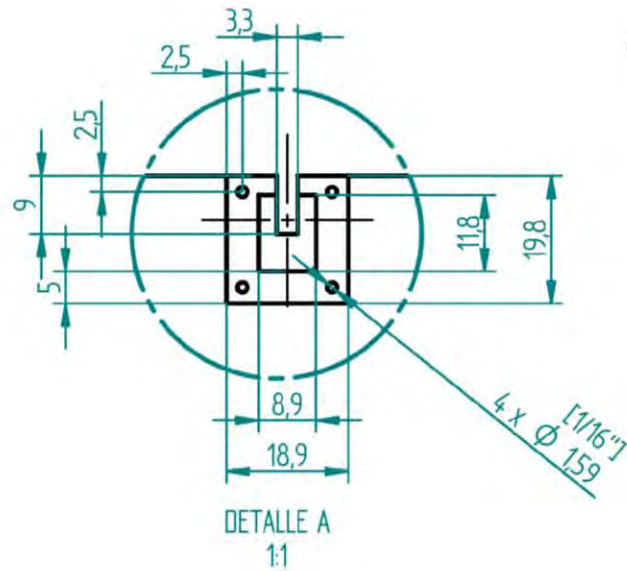
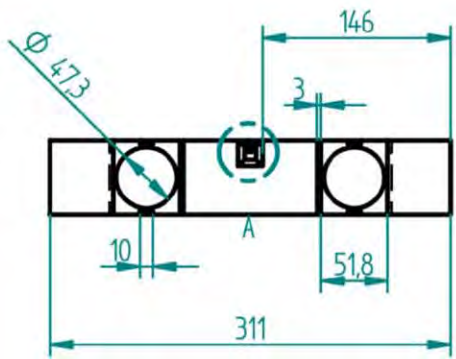
DETALLE C  
1:1



DETALLE B  
1:1

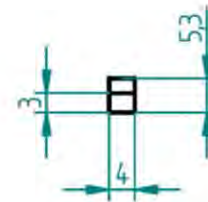
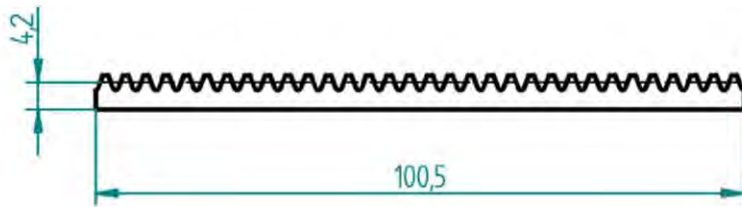
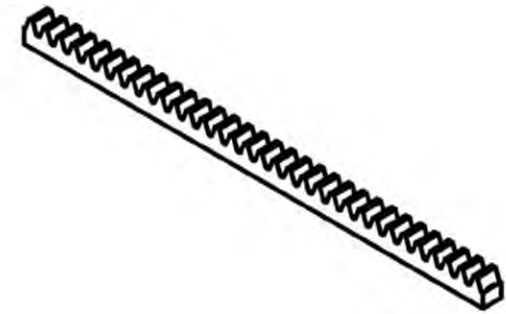
|                           |   |  |                              |  |
|---------------------------|---|--|------------------------------|--|
| Material                  | ABS   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Bandeja  |                              |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-BL-F10 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:5  | Fecha: 31 / enero / 2011     |  |





|                           |   |  |                               |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|
| Material                  | ABS   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Base de ventiladores                             |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>AP-PH-SV13 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:5  | Fecha: 31 / enero / 2011      |

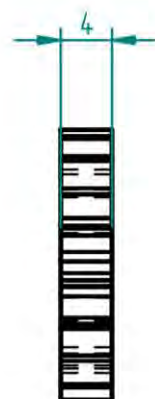
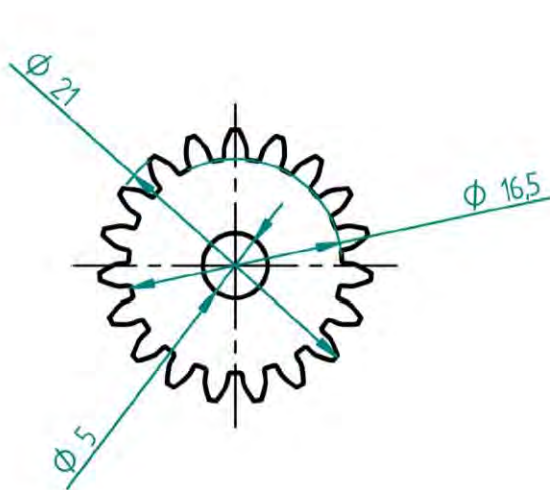
|                   |     |
|-------------------|-----|
| Ángulo de presión | 20° |
| Número de dientes | 32  |



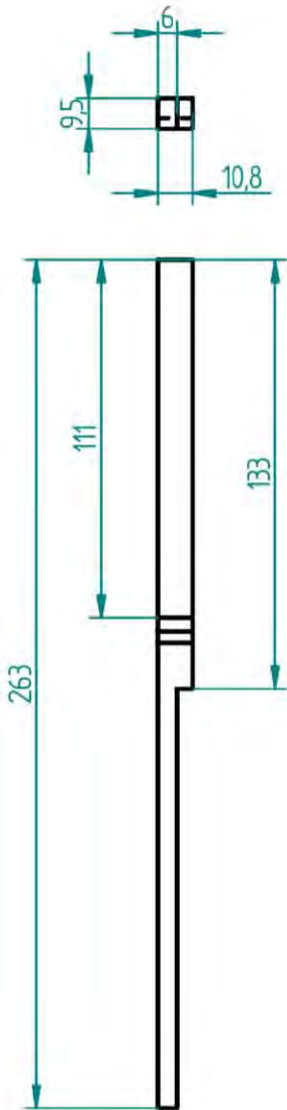
|                           |   |  |                              |
|---------------------------|---|--|------------------------------|
| Material                  | ABS   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Maclas Mejía | Título<br>Cremallera para ventiladores                     |                              |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-PH-C14 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 31 / enero / 2011     |



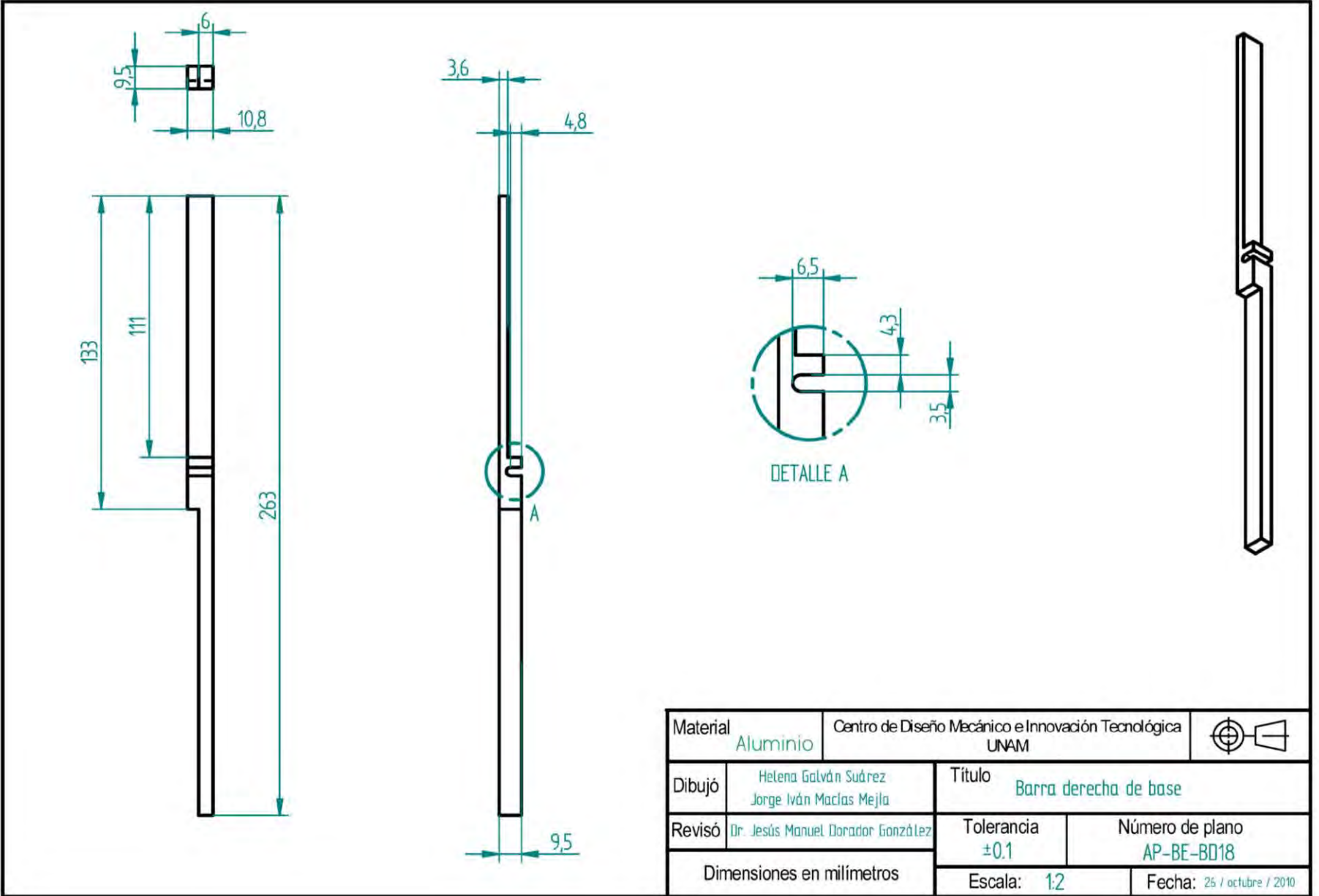
|                   |     |
|-------------------|-----|
| Ángulo de presión | 20° |
| Número de dientes | 19  |



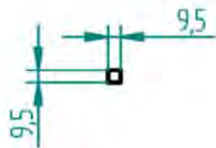
|                           |   |  |                              |
|---------------------------|---|--|------------------------------|
| Material                  | ABS   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Engrane de ventiladores                          |                              |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>AP-AH-E15 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 31 / enero / 2011     |



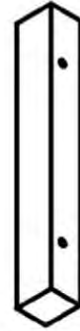
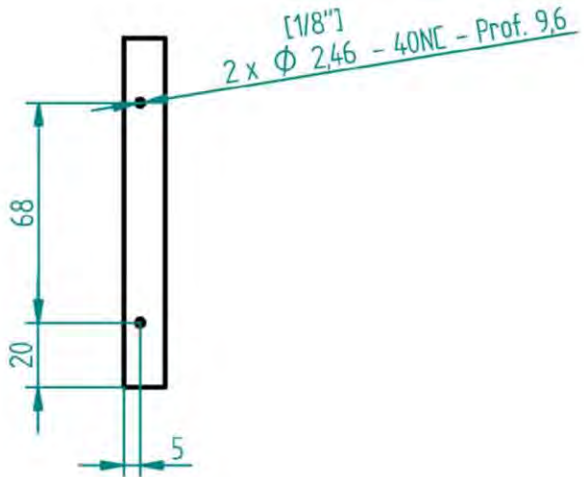
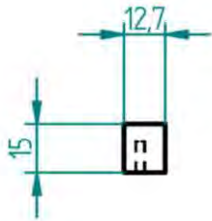
|                           |   |  |                               |   |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|---|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Barra izquierda de base                          |                               |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-BE-B117 |   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 26 / octubre / 2010    |   |



|                           |   |  |                               |  |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Barra derecha de base                            |                               |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-BE-BD18 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 25 / octubre / 2010    |  |

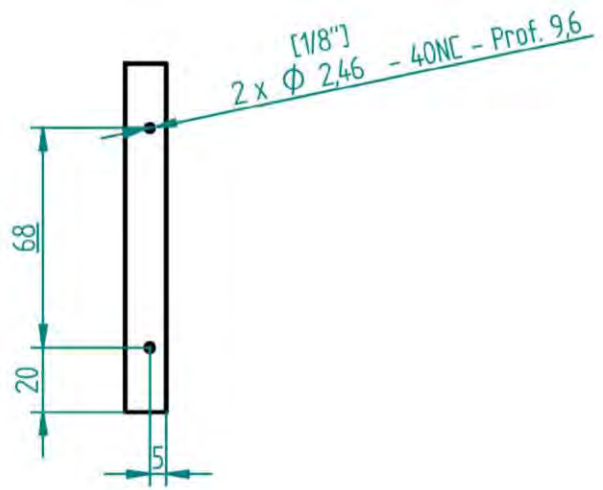
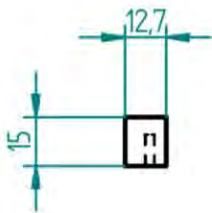


|                           |   |  |                               |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Barra posterior de base                          |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-BE-B019 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:5  | Fecha: 26 / octubre / 2010    |



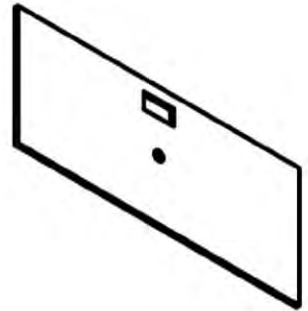
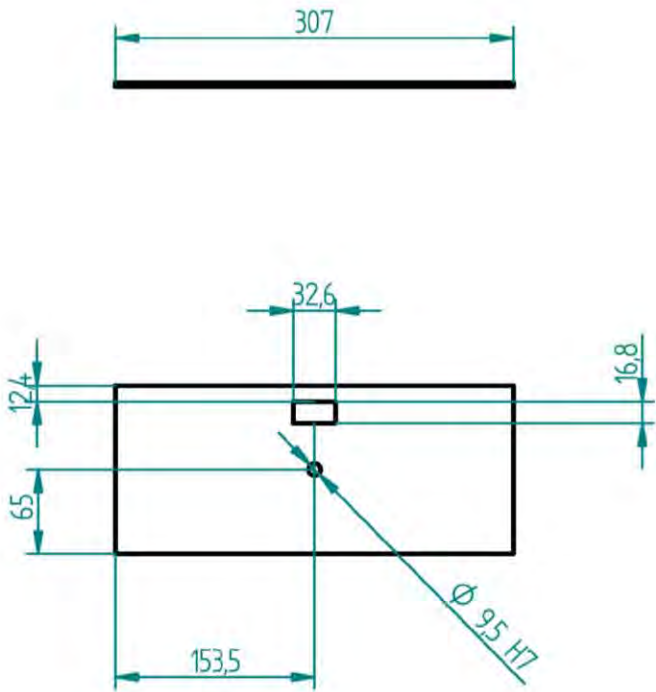
|                           |   |  |                               |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Titulo Paralela izquierda de base                          |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>AP-BE-S120 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 26 / octubre / 2010    |



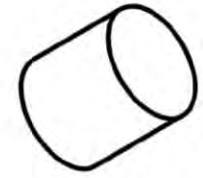


|                           |   |  |                               |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Titulo Paralela derecha de base                            |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>AP-BE-S021 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 26 / octubre / 2010    |

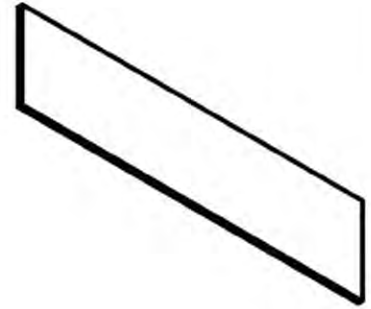




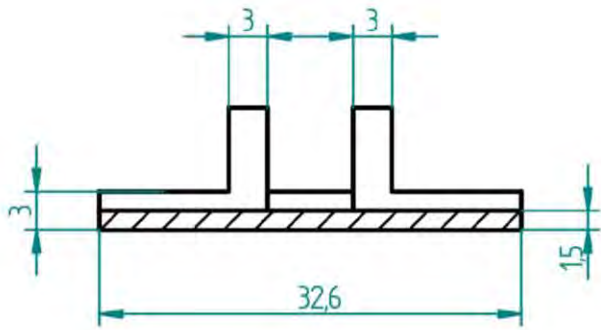
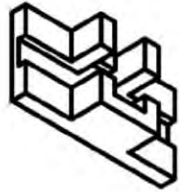
|                           |   |  |                                |  |
|---------------------------|---|--|--------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Placa para sensor y eje de base                  |                                |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>AP-BE-PJN22 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 15   | Fecha: 26 / octubre / 2010     |  |



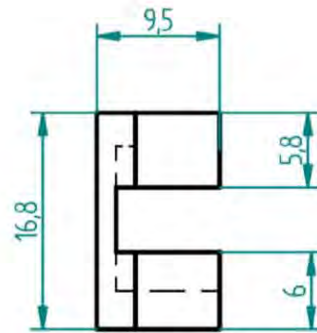
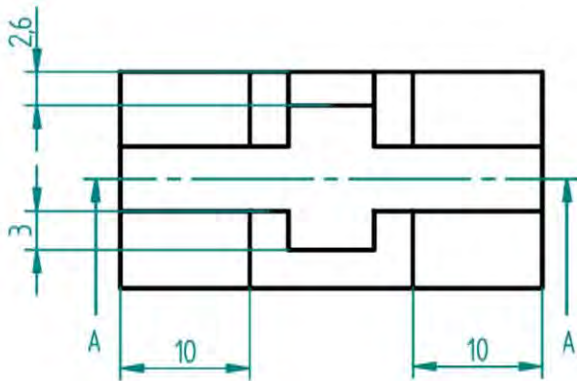
|                           |   |  |                               |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Eje para engrane de pestañas                     |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>AP-BE-JE23 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 26 / octubre / 2010    |



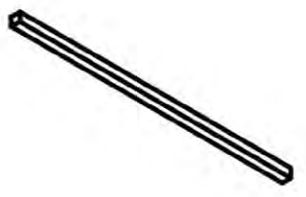
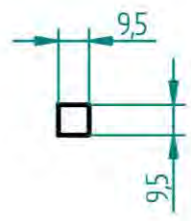
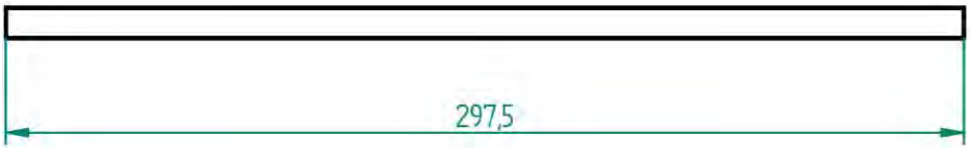
|                           |   |  |                                |   |
|---------------------------|---|--|--------------------------------|---|
| Material<br>Aluminio      |   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Maclás Mejía | Título<br>Placa frontal de base                            |                                |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-BE-PAF24 |   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 26 / octubre / 2010     |   |



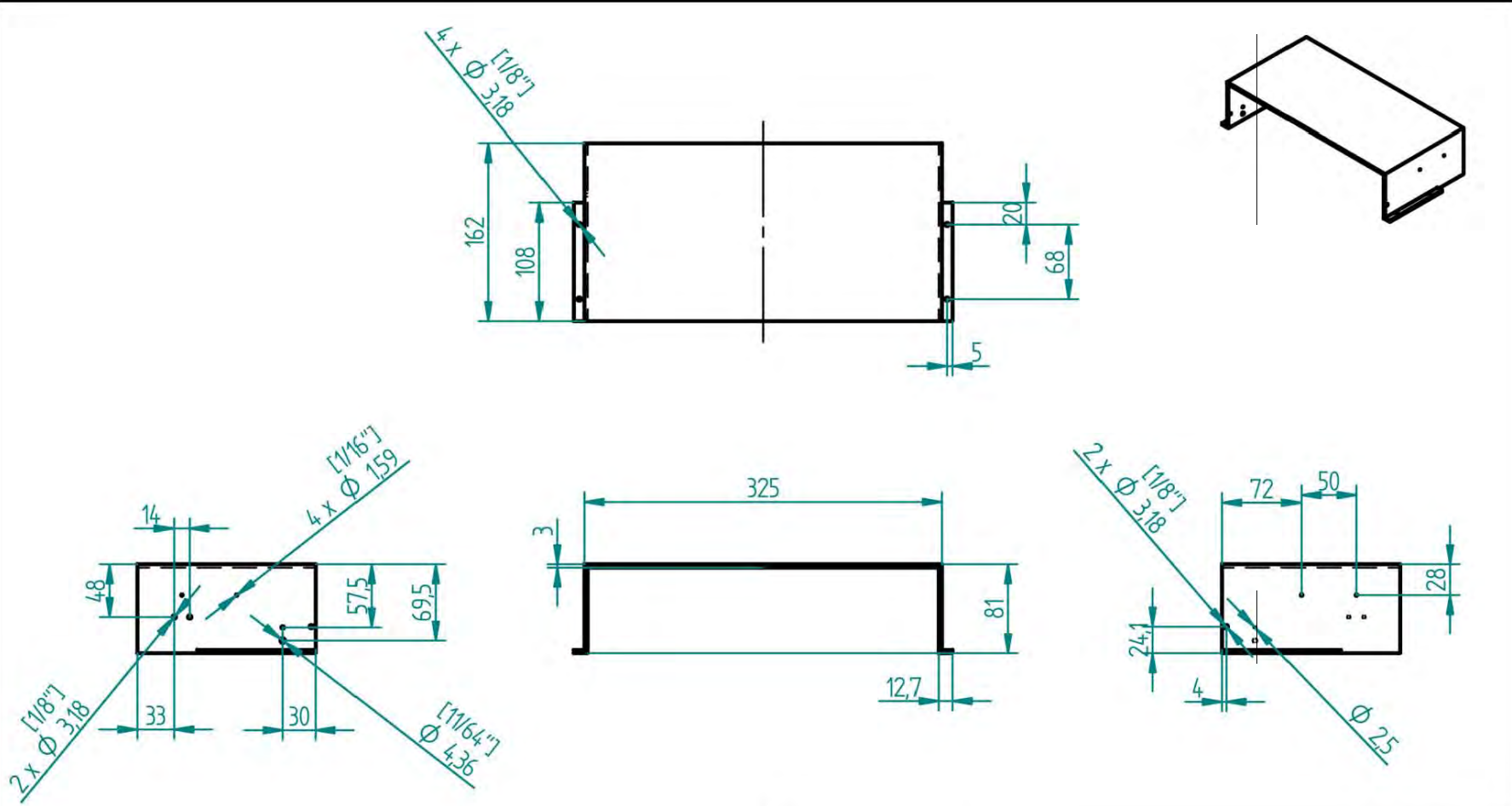
SECCIÓN A-A



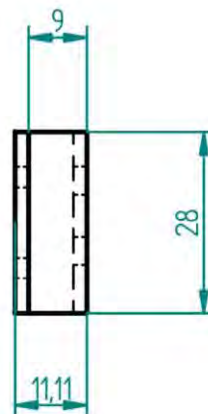
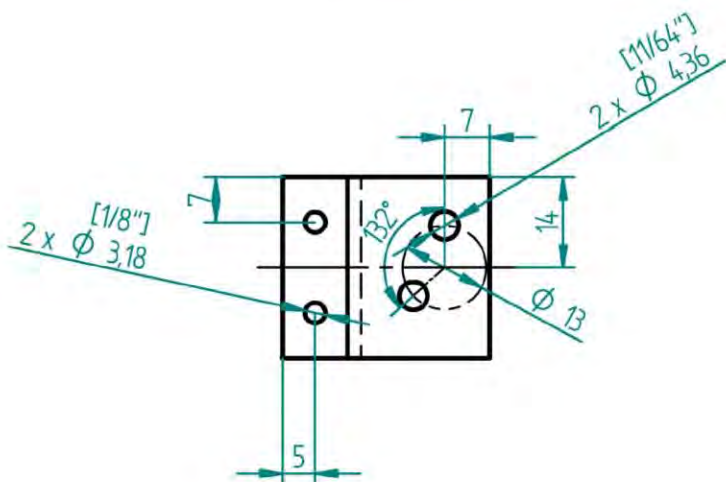
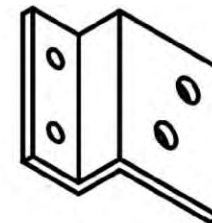
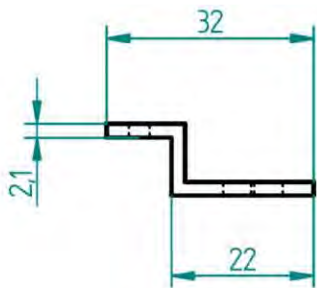
|                           |   |  |                               |  |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Caja para sensor de hojas                        |                               |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-BE-FN25 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 26 / octubre / 2010    |  |



|                           |   |  |                              |   |
|---------------------------|---|--|------------------------------|---|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Barra media de base                              |                              |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-BE-B26 |   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 26 / octubre / 2010   |   |



|                           |   |  |   |
|---------------------------|---|--|---|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Tapa de estructura                               |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-BE-PT27   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:5  | Fecha: 31 / enero / 2011  |



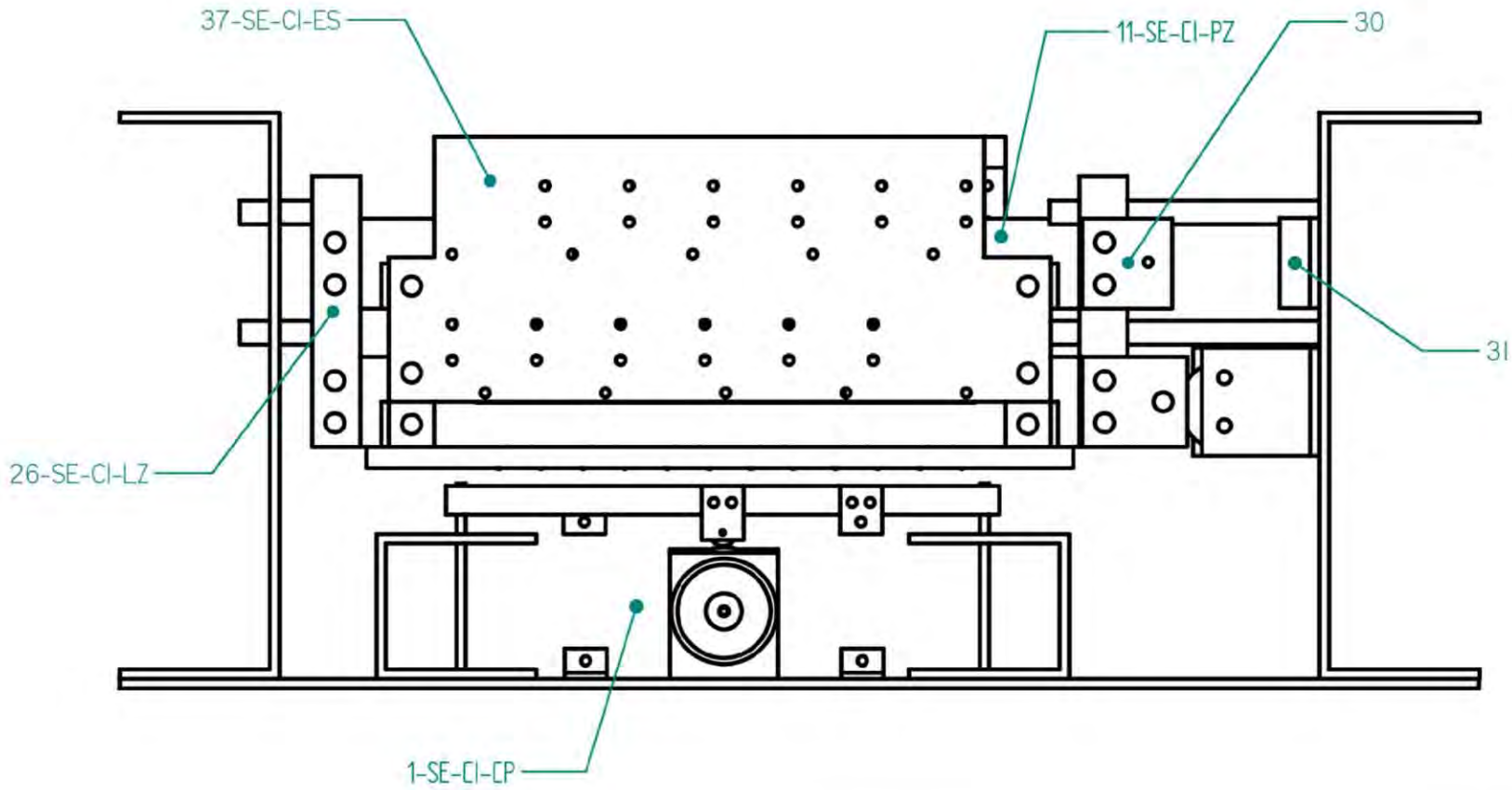
|                           |   |  |                                |  |
|---------------------------|---|--|--------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Placa para sensor en engrane                     |                                |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>AP-BE-PNE28 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 22 / febrero / 2011     |  |



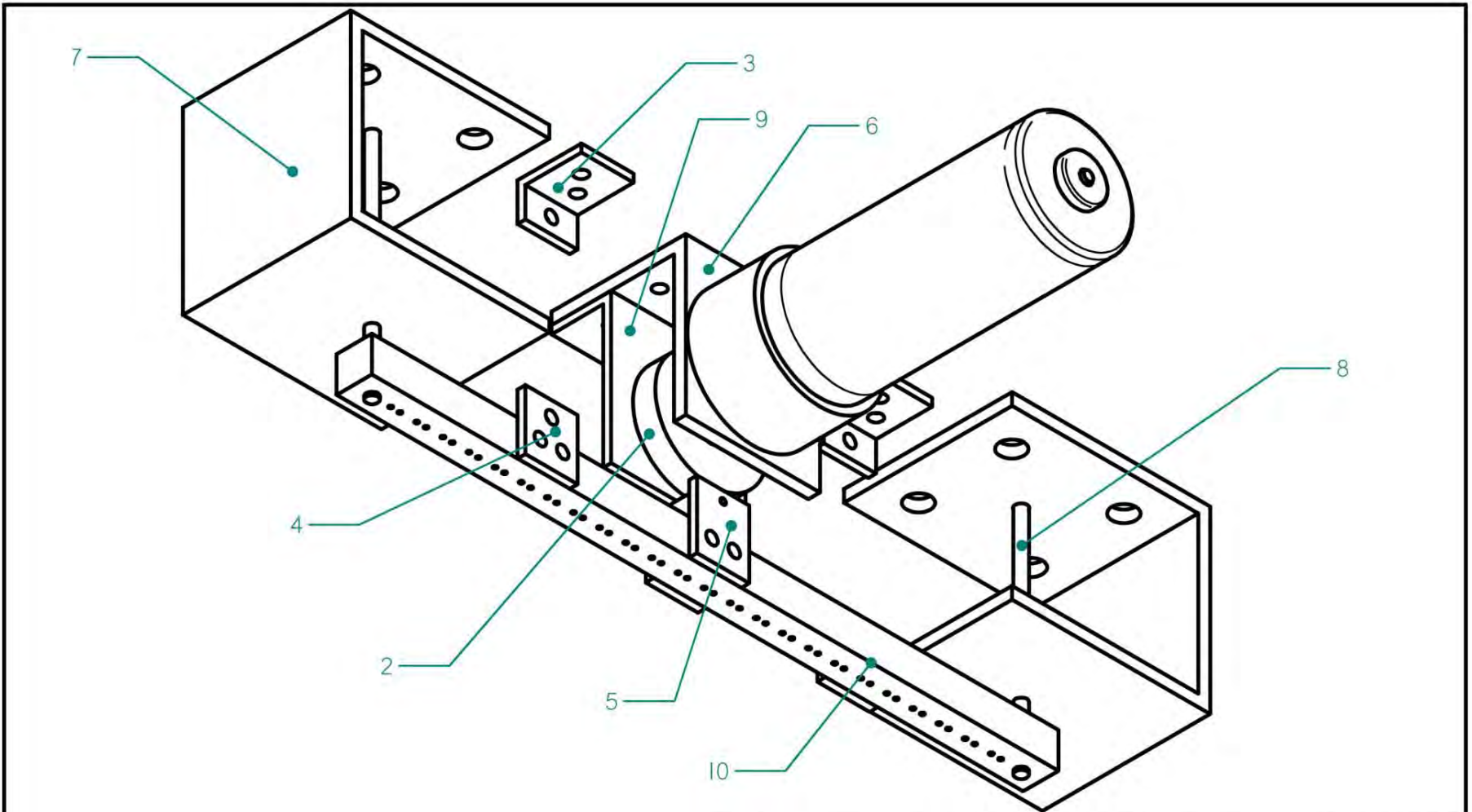
| Pieza | Cantidad |    | Número de plano | Descripción  |   |
|-------|----------|----|-----------------|--|---|
| 1     | 1        |    | SE-CI-CP        | Subsistema contraparte                             |   |
| 2     |          | 1  | CI-CP-L2        | Leva para motorreductor de contraparte             |   |
| 3     |          | 2  | CI-CP-PR3       | Sujetador para resorte de contraparte a estructura |   |
| 4     |          | 2  | CI-CP-PR4       | Placa para resorte de contraparte                  |   |
| 5     |          | 2  | CI-CP-PU5       | Placa para rueda de goma de 9 mm                   |   |
| 6     |          | 1  | CI-CP-PM6       | Placa para motorreductor                           |   |
| 7     |          | 2  | CI-CP-PJ7       | "C" para eje de contraparte                        |   |
| 8     |          | 2  | CI-CP-J8        | Eje para contraparte                               |   |
| 9     |          | 1  | CI-CP-PN9       | Placa para sensor óptico-reflectivo                |   |
| 10    |          | 1  | CI-CP-B10       | Barra de contraparte                               |   |
| 11    | 1        |    | SE-CI-PZ        | Subsistema punzones                                |   |
| 12    |          | 12 | CI-PZ-ZW12      | Punzón corto                                       |   |
| 13    |          | 12 | CI-PZ-ZH13      | Punzón largo                                       |   |
| 14    |          | 24 | SE-CI-PZ-MPZ    | Sub-ensamble para motores de punzones              |   |
| 15    |          |    | 24              | CI-PZ-JM15   | Cople para motor de punzones                          |
| 16    |          |    | 24              | CI-PZ-PM16   | Placa para motor de punzones                          |
| 17    |          |    | 24              | A 1N 1-N48036                                      | Engrane para punzones (de catálogo)                   |
| 18    |          |    | 24              | Ramaxy Motor DC24238                               | Motores para punzones                                 |
| 19    |          | 1  |                 | CI-PZ-SZ19   | Estructura para contener los punzones largos          |
| 20    |          | 1  |                 | CI-PZ-SZA20  | Estructura para contener los punzones largos y cortos |
| 21    |          | 1  |                 | CI-PZ-SZT21  | Tapa para punzones                                    |
| 22    |          | 24 |                 | SE-CI-PZ-CZC                                       | Sub-ensamble para contra-punzón y cremallera          |
| 23    |          |    | 24              | CI-PZ-CZ23   | Contra-punzón para motor                              |
| 24    |          |    | 1               | A 1B12-N482  | Cremallera para engrane de punzones (de catálogo)     |
| 25    |          | 24 |                 | CI-PZ-GCZ25  | "L" para guía de contra-punzón                        |
| 26    | 1        |    |                 | SE-CI-LZ   | Subsistema posicionado del cabezal                    |
| 27    |          | 1  |                 | CI-LZ-LM27   | Leva para motorreductor de estructura                 |
| 28    |          | 2  |                 | CI-LZ-JH28   | Eje largo para posición                               |
| 29    |          | 2  |                 | CI-LZ-JW29   | Eje corto para posición                               |




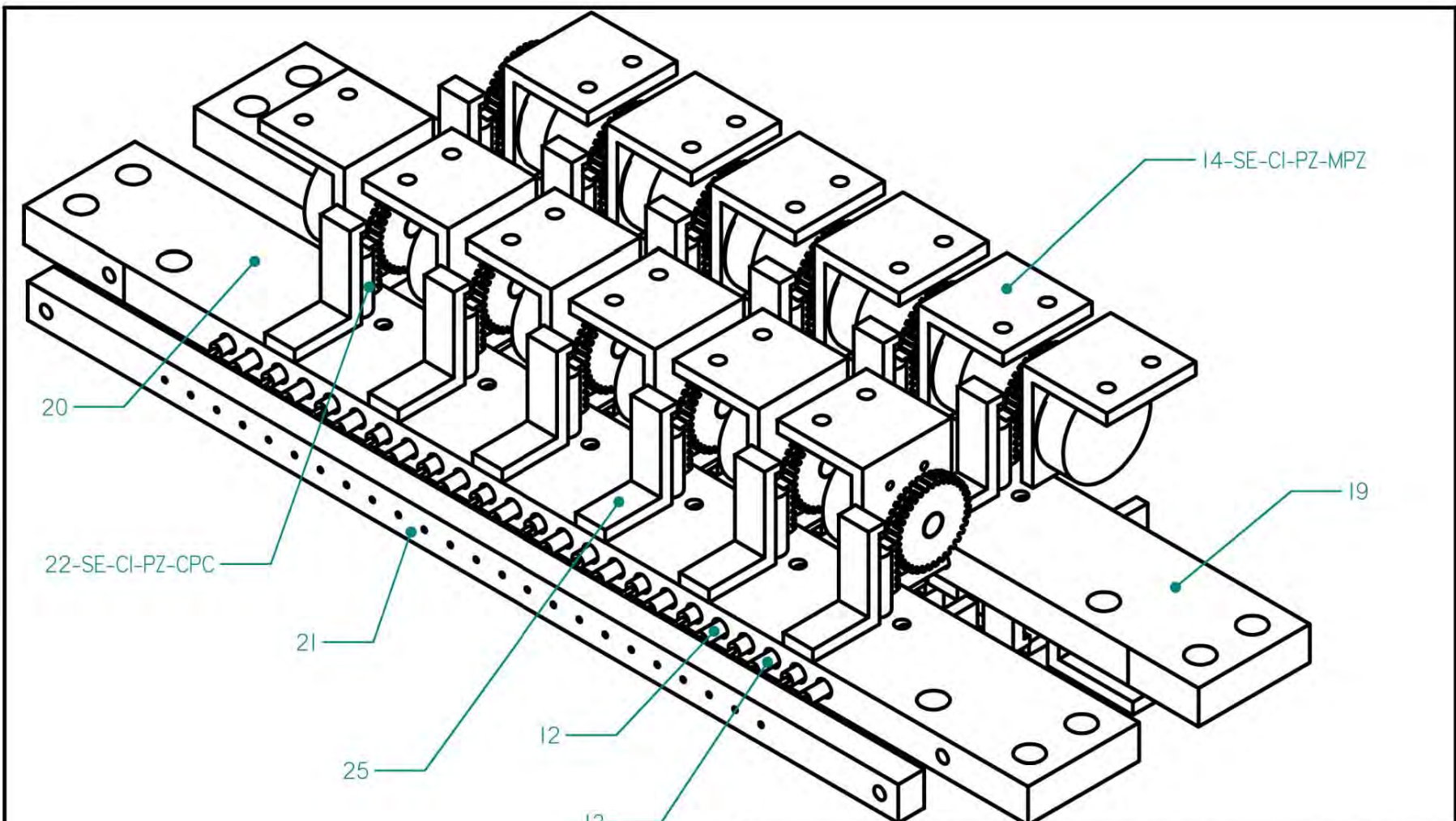
|    |   |   |  |             |  |
|----|---|---|--|-------------|--|
| 30 |   | 1 |  | CI-LZ-PR30  | Placa para sujetar resorte a subsistema de punzones          |
| 31 |   | 1 |  | CI-LZ-PRF31 | Placa para sujetar resorte a estructura                      |
| 32 |   | 1 |  | CI-LZ-JF32  | Rodillo para motorreductor de estructura                     |
| 33 |   | 2 |  | CI-LZ-PJF33 | Placa para sostener rodillo para motorreductor de estructura |
| 34 |   | 2 |  | CI-LZ-S34   | Base alta de estructura                                      |
| 35 |   | 1 |  | CI-CP-PM6   | Placa para motorreductor                                     |
| 36 |   | 1 |  | CI-LZ-PN36  | Placa para sensor de motorreductor                           |
| 37 | 1 |   |  | SE-CI-ES    | Subsistema estructura  |
| 38 |   | 2 |  | CI-ES-PCZ38 | Placa para L's de contra-punzón                              |
| 39 |   | 2 |  | CI-ES-PCZ39 | Placa para L's 2 de contra-punzón                            |
| 40 |   | 4 |  | CI-ES-FO40  | "C" para placa de motores                                    |
| 41 |   | 4 |  | CI-ES-FA41  | "S" para placa de motores                                    |
| 42 |   | 1 |  | CI-ES-PI42  | Pared de estructura  |
| 43 |   | 1 |  | CI-ES-PD43  | Pared de estructura para motorreductor                       |
| 44 |   | 1 |  | CI-ES-PF-44 | Pared para contraparte en estructura                         |
| 45 |   | 1 |  | CI-ES-PAM45 | Placa superior para motores                                  |
| 46 |   | 1 |  | CI-ES-POM46 | Placa inferior para motores                                  |
| 47 |   | 1 |  | CI-ES-BCZ47 | Barra tope para contra-punzón                                |



|  |   |   |                          |
|--|---|---|--------------------------|
| Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |   |  |                          |
| Dibujó   | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Sistema de cabezal de impresión   |                          |
| Revisó   | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1  | Número de plano<br>E-CI  |
| Dimensiones en milímetros                                  |   | Escala: 1:2   | Fecha: 22 / marzo / 2011 |

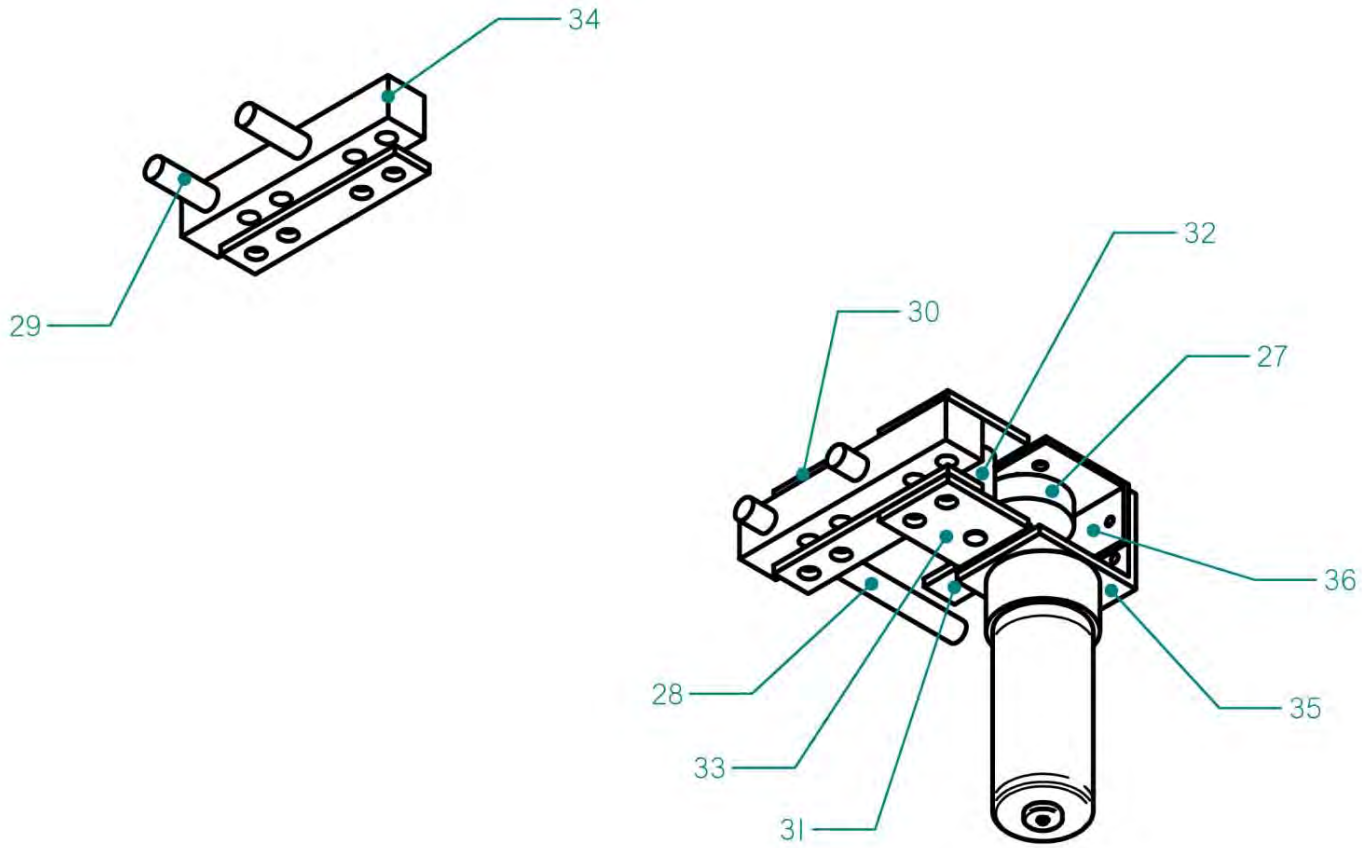



|  |   |   |                             |
|--|---|---|-----------------------------|
| Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |   |  |                             |
| Dibujó   | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Subsistema contraparte  |                             |
| Revisó   | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1  | Número de plano<br>SE-CI-CP |
| Dimensiones en milímetros                                  |   | Escala: 1:1   | Fecha: 22 / marzo / 2011    |

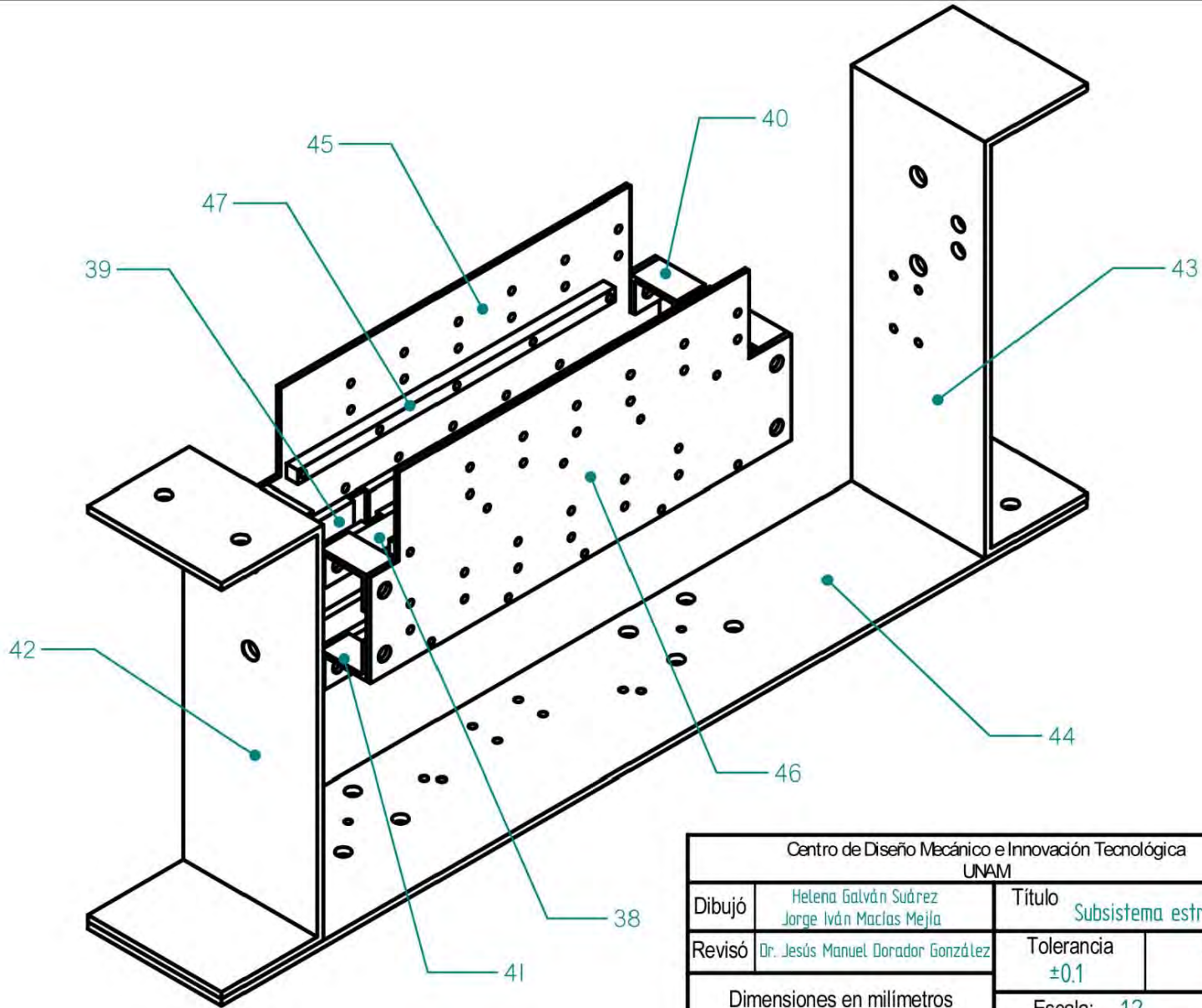


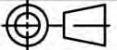
|  |   |   |                             |
|--|---|---|-----------------------------|
| Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |   |  |                             |
| Dibujó   | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título Subsistema punzones  |                             |
| Revisó   | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1  | Número de plano<br>SE-CI-PZ |
| Dimensiones en milímetros                                  |   | Escala: 1:1   | Fecha: 23 / marzo / 2011    |

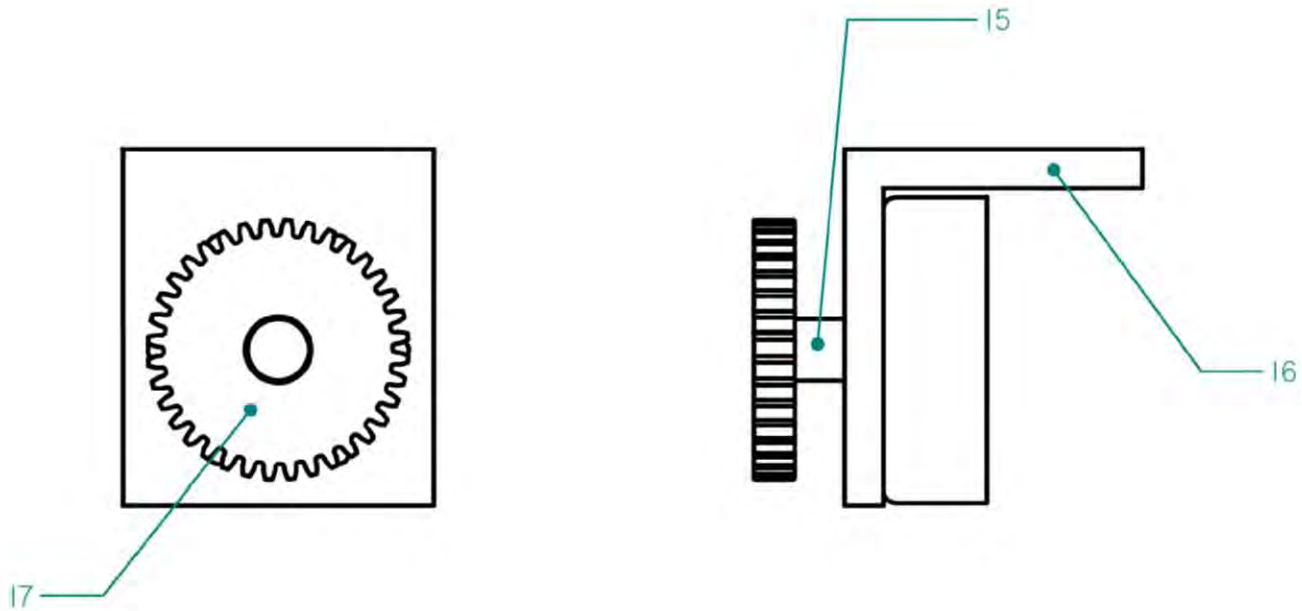




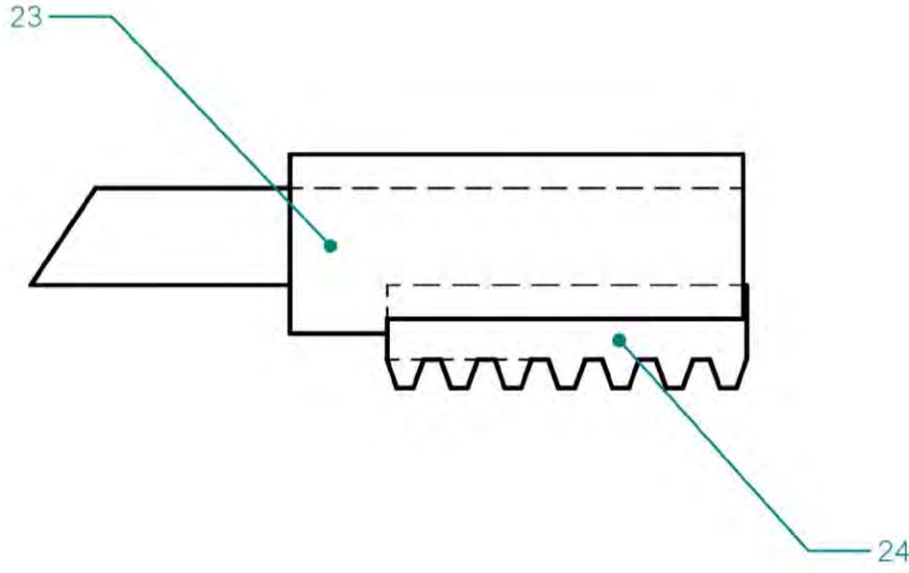
|  |   |   |                             |
|--|---|---|-----------------------------|
| Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |   |  |                             |
| Dibujó   | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Subsistema posicionado del cabezal  |                             |
| Revisó   | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1  | Número de plano<br>SE-CI-LZ |
| Dimensiones en milímetros                                  |   | Escala: 1:2   | Fecha: 22 / marzo / 2011    |




|  |   |   |                             |
|--|---|---|-----------------------------|
| Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |   |  |                             |
| Dibujó   | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Subsistema estructura   |                             |
| Revisó   | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1  | Número de plano<br>SE-CI-ES |
| Dimensiones en milímetros                                  |   | Escala: 1:2   | Fecha: 22 / marzo / 2011    |

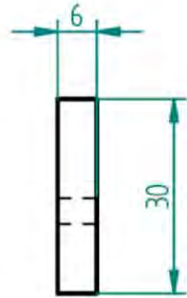
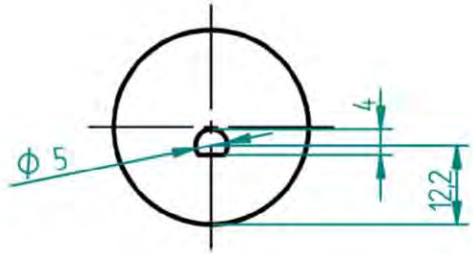


|  |   |   |                                 |
|--|---|---|---------------------------------|
| Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |   |   |                                 |
| Dibujó   | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Sistema de cabezal de impresión |                                 |
| Revisó   | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1                        | Número de plano<br>SE-CI-PZ-MPZ |
| Dimensiones en milímetros                                  |   | Escala: 2:1                               | Fecha: 22 / marzo / 2011        |

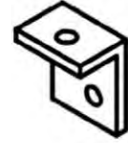
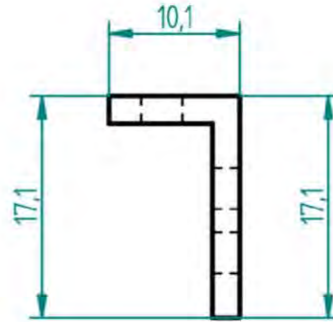
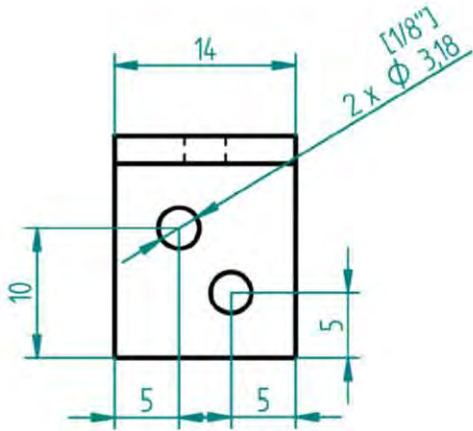
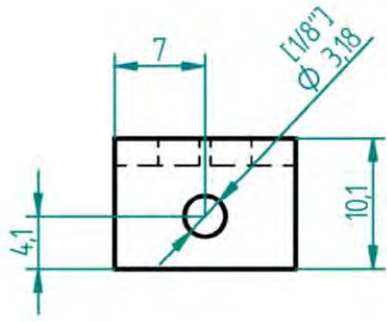


|  |   |   |                                 |
|--|---|---|---------------------------------|
| Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |   |  |                                 |
| Dibujó   | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Sub-ensamble contra-punzón  |                                 |
| Revisó   | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1  | Número de plano<br>SE-CI-PZ-CZE |
| Dimensiones en milímetros                                  |   | Escala: 5:1   | Fecha: 24 / marzo / 2011        |

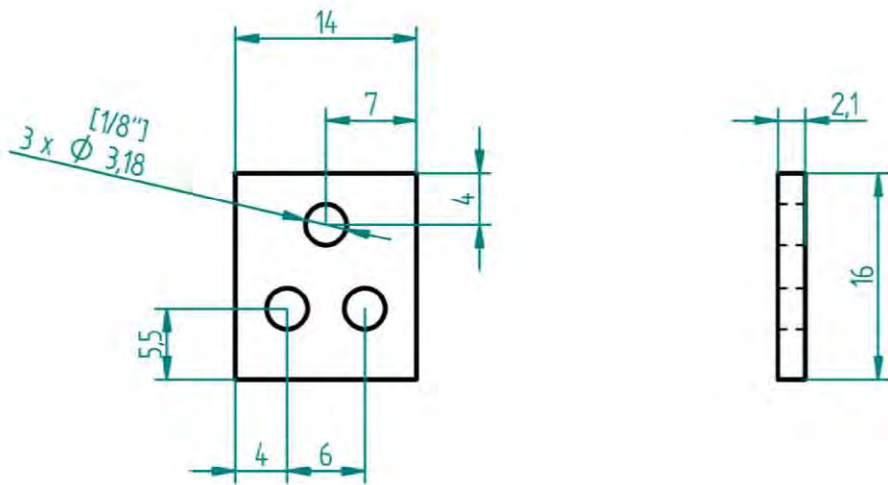




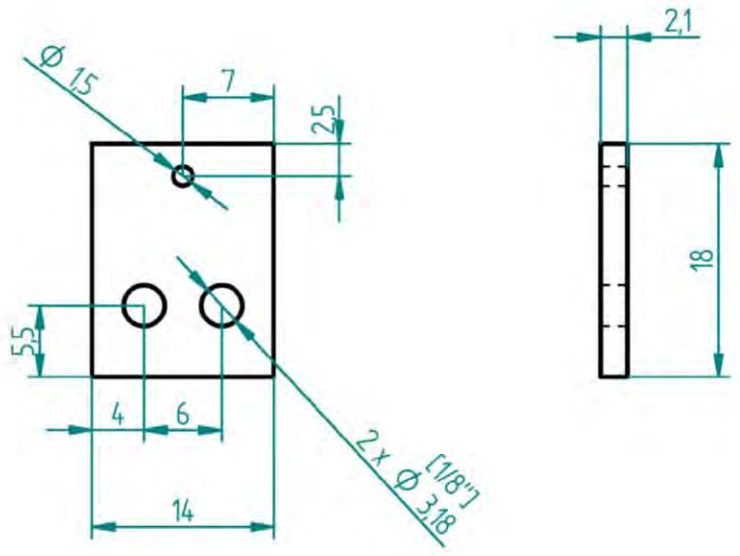
|                           |   |  |  |   |
|---------------------------|---|--|--|---|
| Material<br>ABS           |   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |  |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía |  | Título<br>Leva para motor de contraparte |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               |  | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                  | Número de plano<br>CI-CP-L2   |
| Dimensiones en milímetros |   |  | Escala: 1:1                              | Fecha: 28 / diciembre / 2010  |



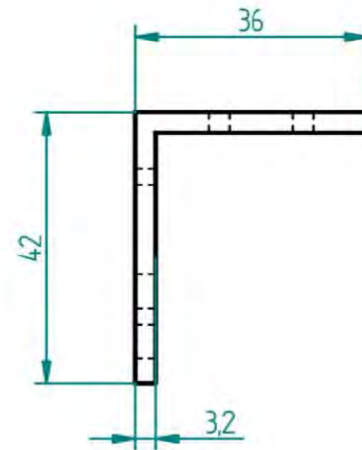
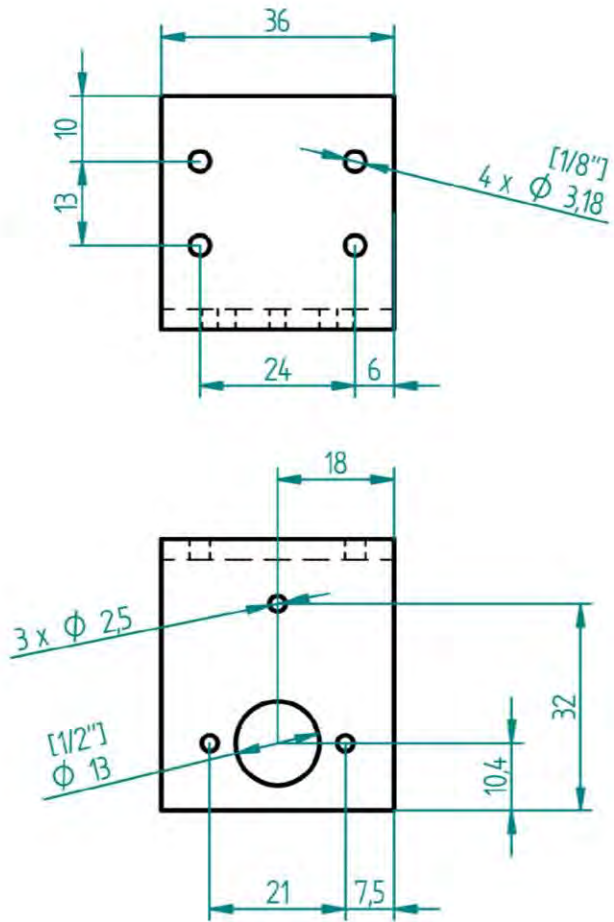
|                           |   |  |                               |  |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Sujetador de resorte                             |                               |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>[I-[P-PR3] |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 19 / octubre / 2010    |  |



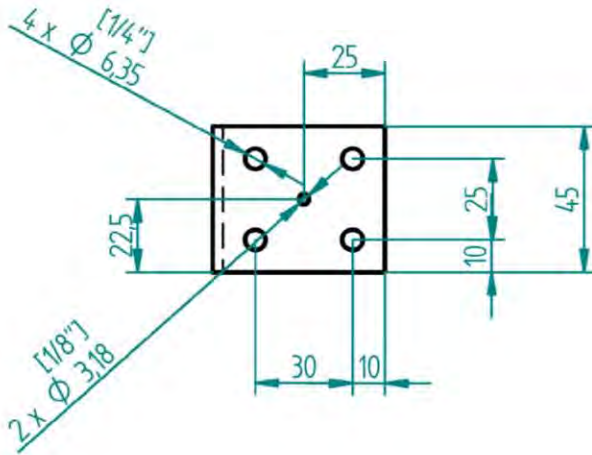
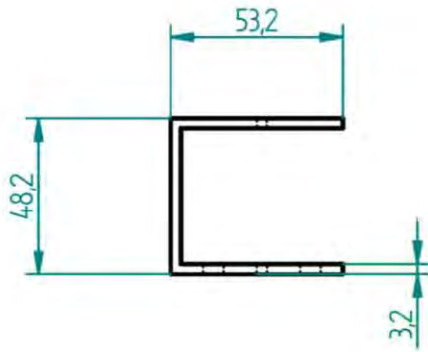
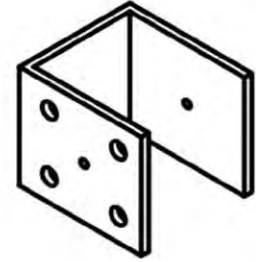
|                           |   |  |                              |  |
|---------------------------|---|--|------------------------------|--|
| Material<br>Aluminio      |   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Placa para resorte                               |                              |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-CP-PR4 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 19 / octubre / 2010   |  |



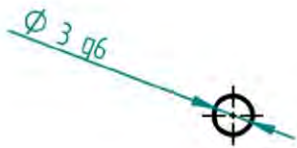
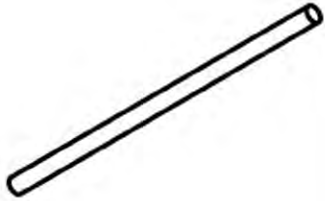
|                           |   |  |                              |  |
|---------------------------|---|--|------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Titulo<br>Placa para polea                                 |                              |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-CP-PU5 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 19 / octubre / 2010   |  |



|                           |   |  |                                    |                               |
|---------------------------|---|--|------------------------------------|-------------------------------|
| Material<br>Aluminio      |   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                    |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía |  | Título<br>Placa para motorreductor |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               |  | Tolerancia<br>$\pm 0,1$            | Número de plano<br>[1-CP-PM6] |
| Dimensiones en milímetros |   |  | Escala: 1:1                        | Fecha: 28 / diciembre / 2010  |

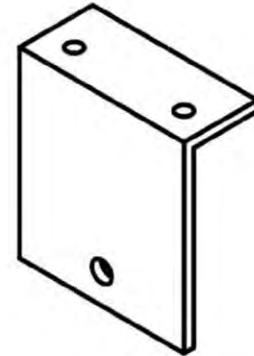
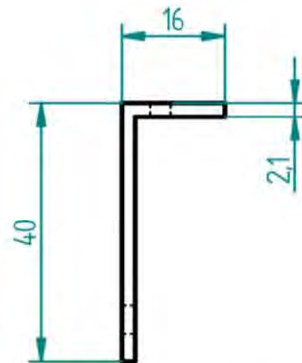
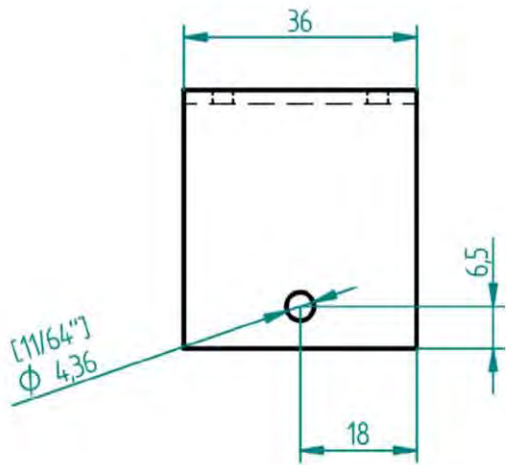
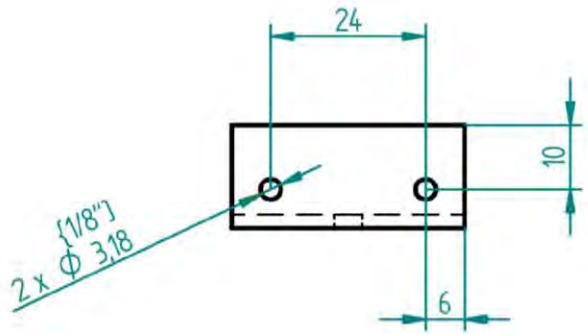


|                           |   |  |                              |
|---------------------------|---|--|------------------------------|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título "C" para eje  |                              |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>[I-[P-P]7 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 26 / noviembre / 2010 |



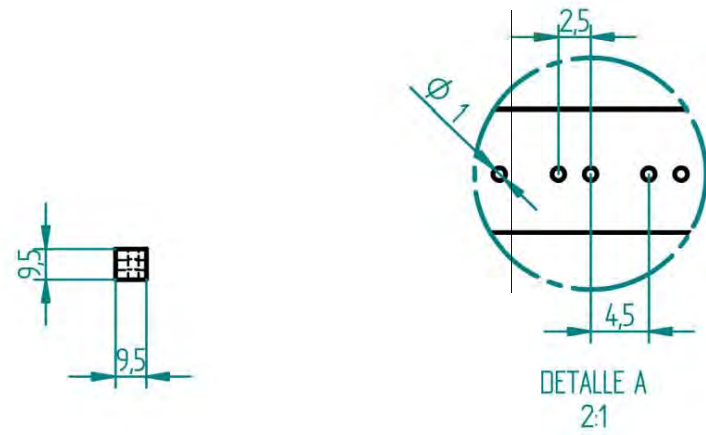
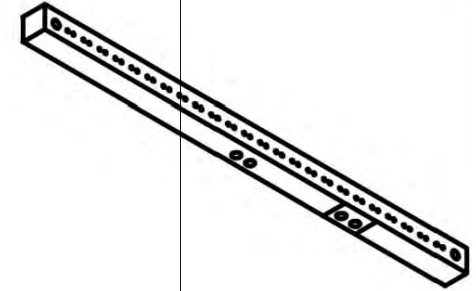
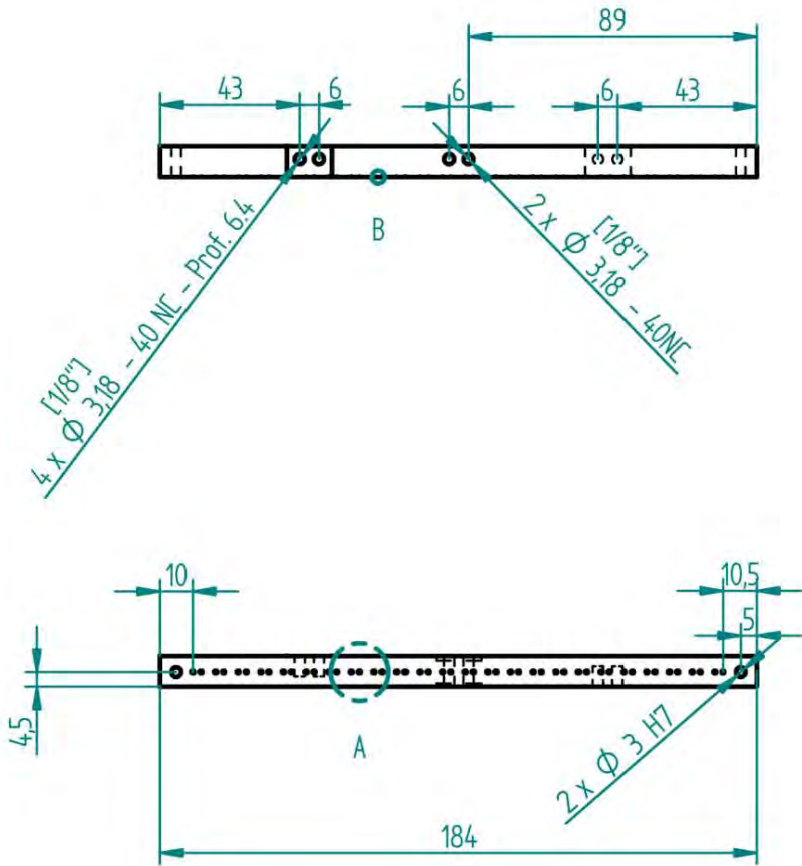
|                           |   |  |                              |  |
|---------------------------|---|--|------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Eje para contraparte                             |                              |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>CI-CP-J8  |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 23 / noviembre / 2010 |  |



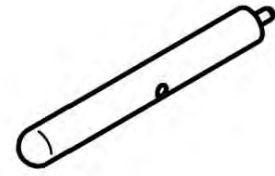
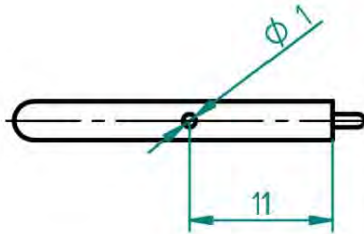
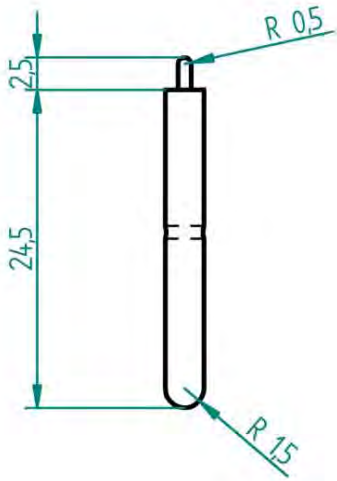


|                           |   |  |                               |  |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Placa para sensor óptico                         |                               |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>[I-CP-PN9] |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 22 / febrero / 2011    |  |

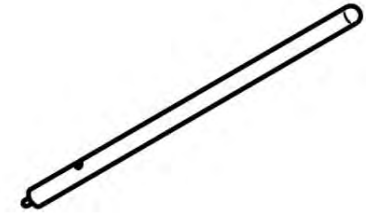
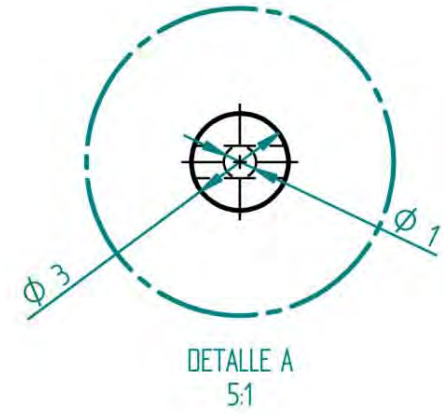
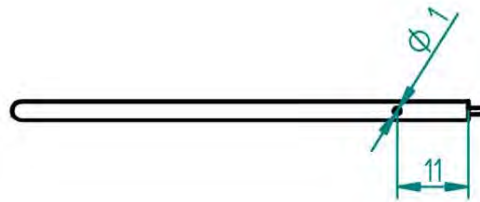
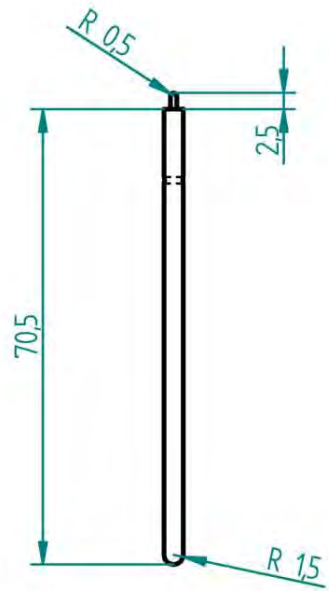




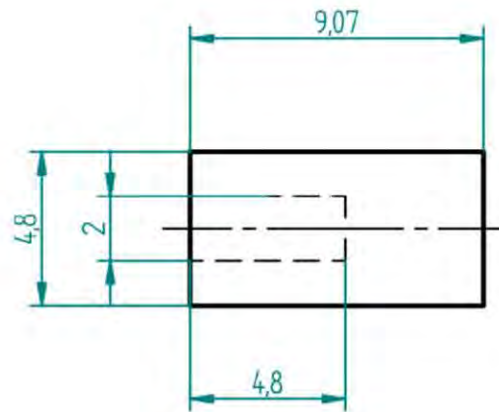
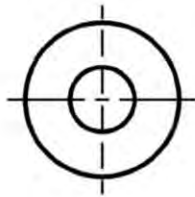
|                           |   |  |                            |   |
|---------------------------|---|--|----------------------------|---|
| Material                  |   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica |                            |  |
| Aluminio                  |   | UNAM   |                            |   |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía |  | Título                     |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               |  | Contraparte                |   |
| Dimensiones en milímetros |   | Tolerancia   | Número de plano            |   |
|                           |   | ±0.1   | CI-CP-B10                  |   |
|                           |   | Escala: 1:2  | Fecha: 18 / octubre / 2010 |   |



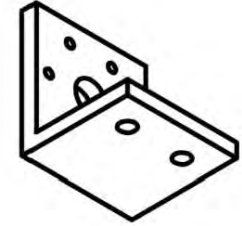
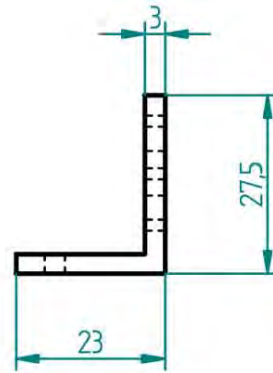
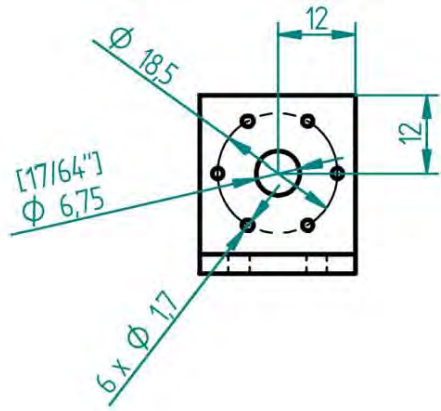
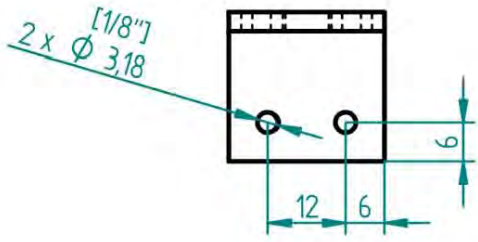
|                           |   |  |   |
|---------------------------|---|--|---|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Punzón corto                                     |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>CI-PZ-ZW12   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 19 / octubre / 2010  |



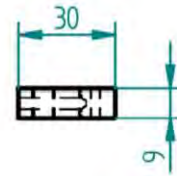
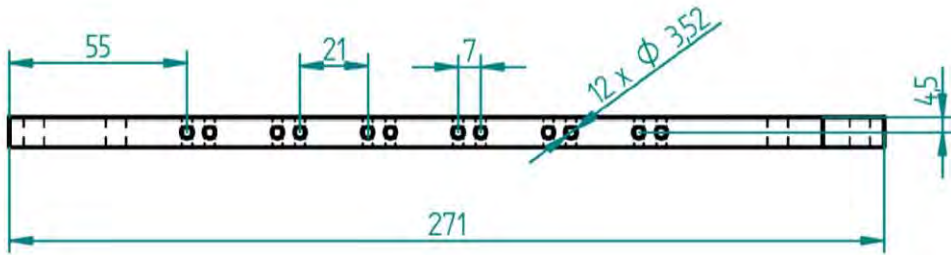
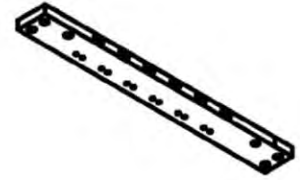
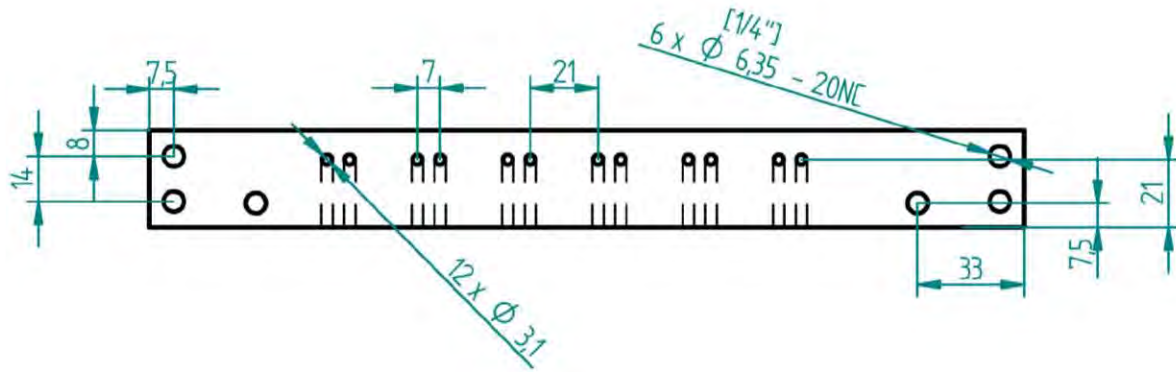
|                           |   |  |                               |  |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Punzón largo                                     |                               |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-PZ-ZH13 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 19 / octubre / 2010    |  |



|                           |   |  |                               |  |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Cople para motor de punzones                     |                               |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>C1-PZ-JM15 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 5:1  | Fecha: 24 / noviembre / 2010  |  |

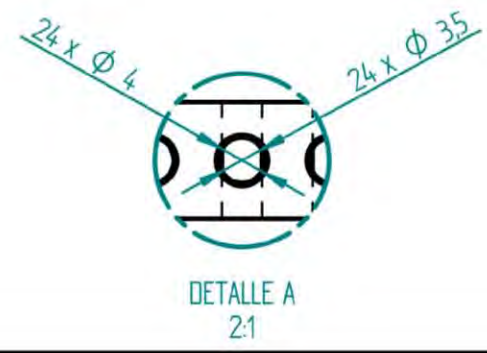
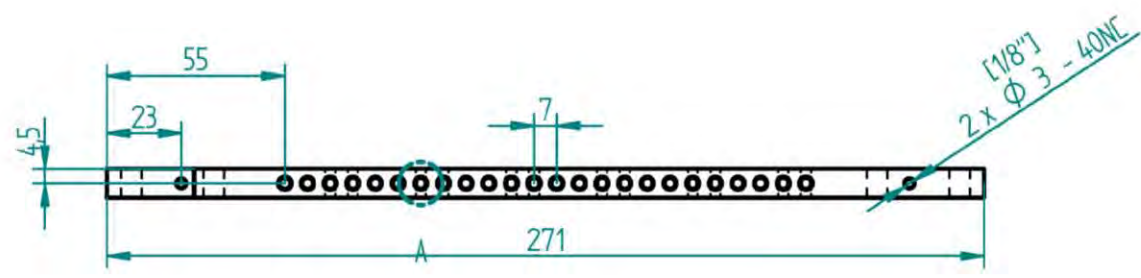
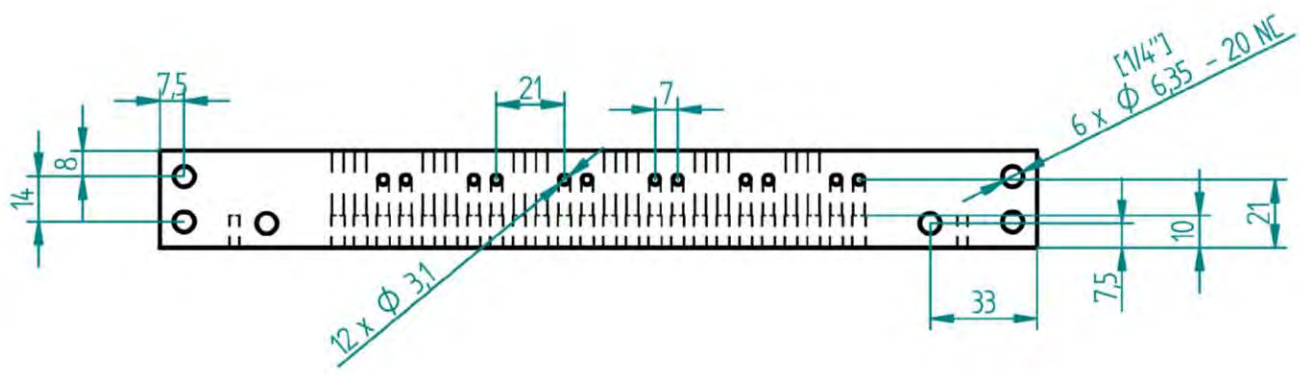
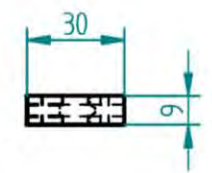
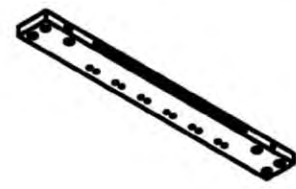


|                           |   |  |  |                               |
|---------------------------|---|--|--|-------------------------------|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |  |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía |  | Título<br>Placa para motor de punzones |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               |  | Tolerancia<br>±0.1                     | Número de plano<br>CI-PZ-PM16 |
| Dimensiones en milímetros |   |  | Escala: 1:1                            | Fecha: 28 / diciembre / 2010  |

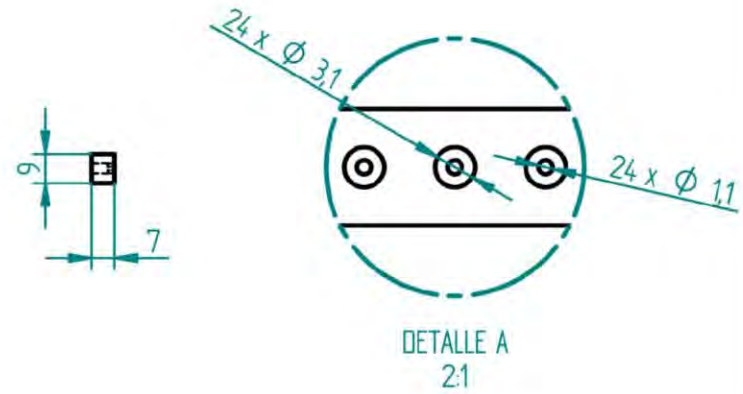
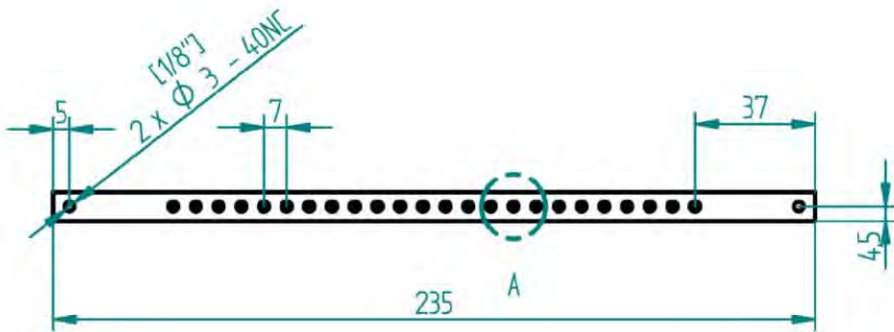
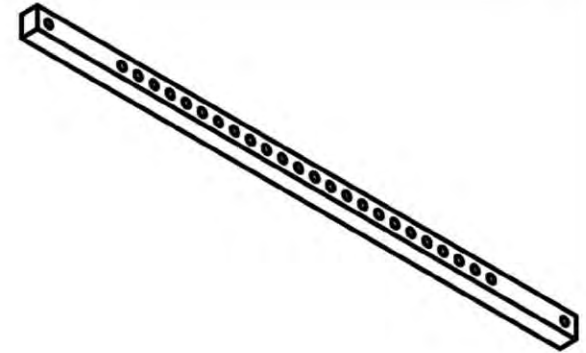
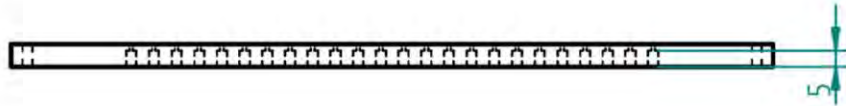


|                           |   |  |                               |   |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|---|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Maclas Mejía | Título<br>Estructura trasera para punzones                 |                               |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>C1-PZ-SZ19 |   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 25 / noviembre / 2010  |   |



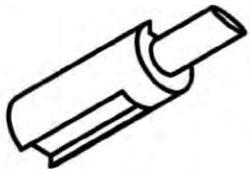
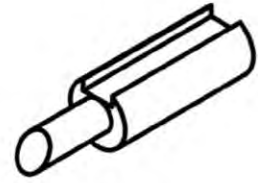
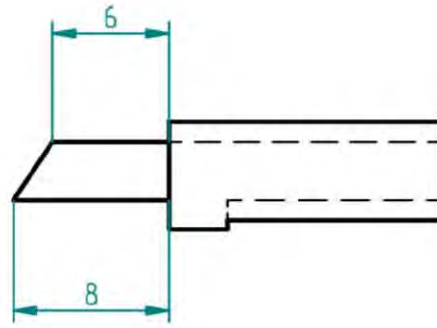
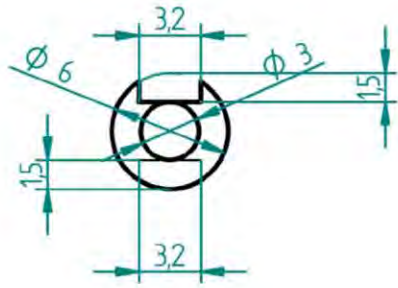
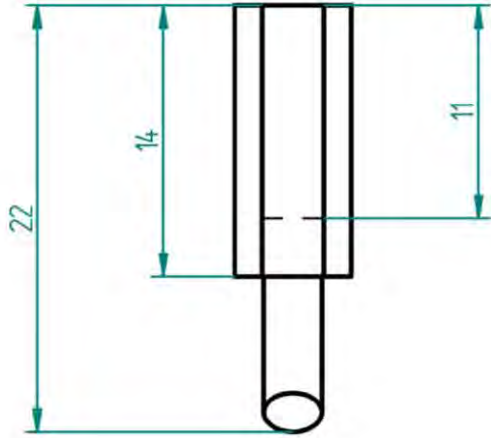


|                           |   |  |                                |  |
|---------------------------|---|--|--------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Estructura delantera para punzones               |                                |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-PZ-SZA20 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 25 / noviembre / 2010   |  |

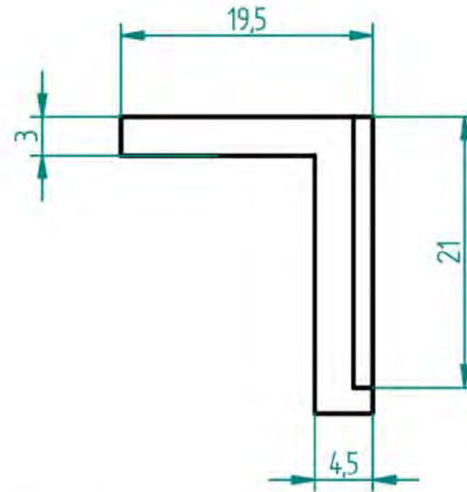
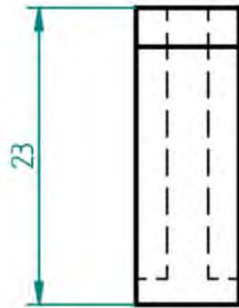
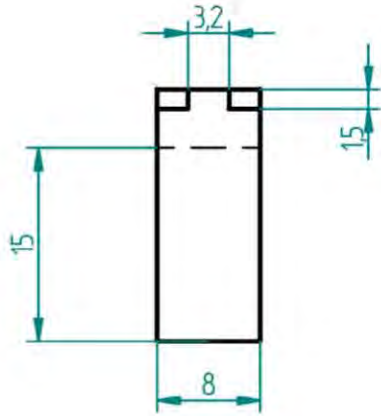


|                           |   |  |                                |  |
|---------------------------|---|--|--------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Tapa para punzones                               |                                |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-PZ-SZT21 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 23 / noviembre / 2010   |  |

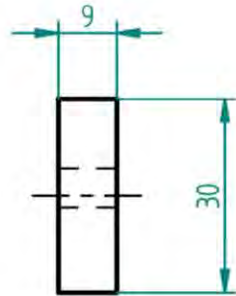
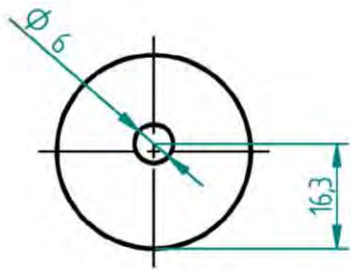




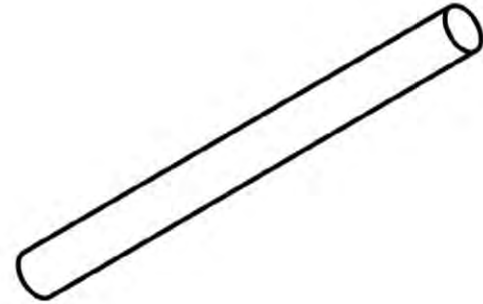
|                           |   |  |                               |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Maclas Mejía | Título<br>Contra-punzón para motor                         |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>C1-PZ-CZ23 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 3:1  | Fecha: 19 / octubre / 2010    |



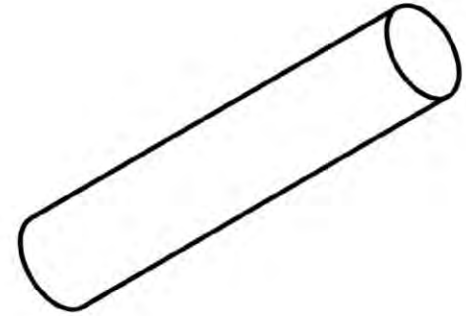
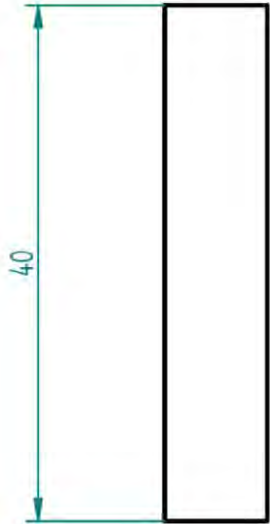
|                           |   |  |                               |                             |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|-----------------------------|
| Material                  |   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica |                               |                             |
| Aluminio                  |   | UNAM   |                               |                             |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía |  | Título "L" para contra-punzón |                             |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               |  | Tolerancia ±0.1               | Número de plano CI-PZ-GCZ25 |
| Dimensiones en milímetros |   |  | Escala: 2:1                   | Fecha: 19 / octubre / 2010  |



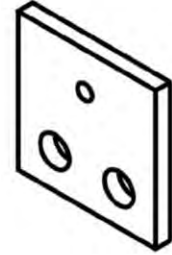
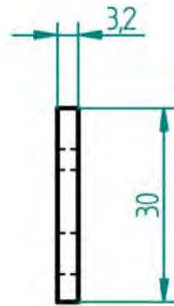
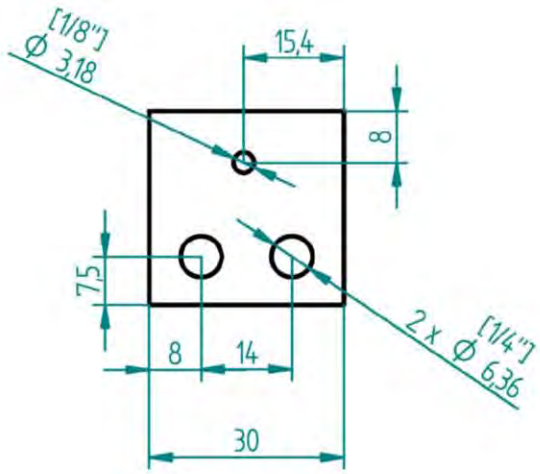
|                           |   |  |                               |   |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|---|
| Material                  | ABS   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Titulo<br>Leva para motorreductor de estructura            |                               |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-LZ-LM27 |   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 28 / diciembre / 2010  |   |



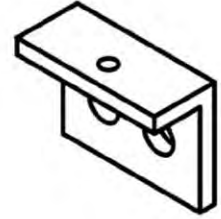
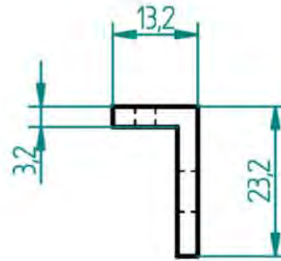
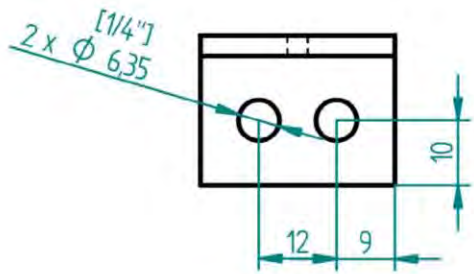
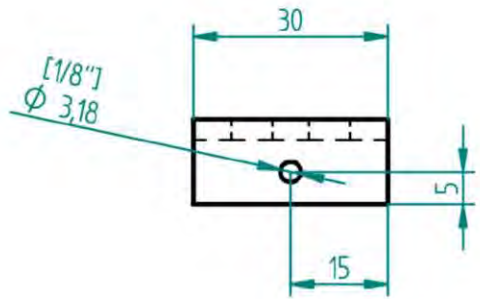
|                           |   |  |                               |  |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Titulo<br>Eje largo para posición                          |                               |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-LZ-JH28 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 7 / diciembre / 2010   |  |



|                           |   |  |                               |   |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|---|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Eje corto para posición                          |                               |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>CI-LZ-JW29 |   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 7 / diciembre / 2010   |   |

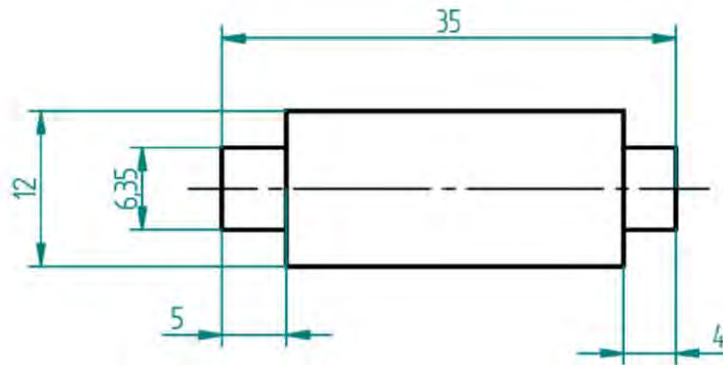
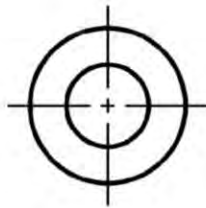


|                           |   |  |                                |  |
|---------------------------|---|--|--------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Maclas Mejía | Título<br>Sujetador para resorte (base de estructural)     |                                |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>$\pm 0.1$                                    | Número de plano<br>[I-LZ-PR30] |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 28 / diciembre / 2010   |  |



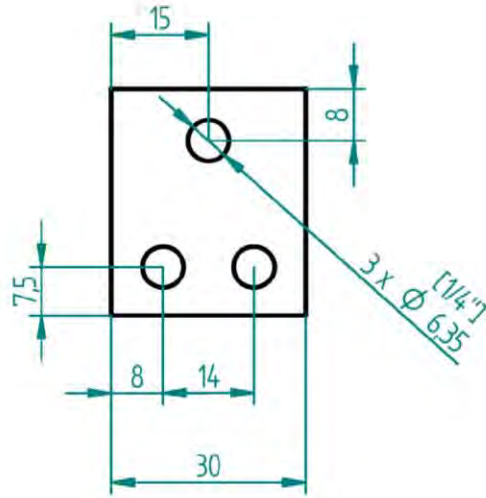
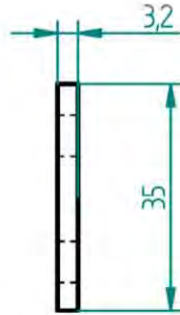
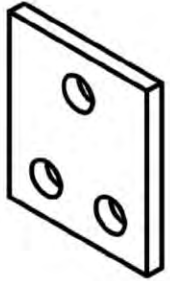
|                           |   |  |                                |   |
|---------------------------|---|--|--------------------------------|---|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Sujetador para resorte (estructural)             |                                |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-LZ-PRF31 |   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 19 / octubre / 2010     |   |



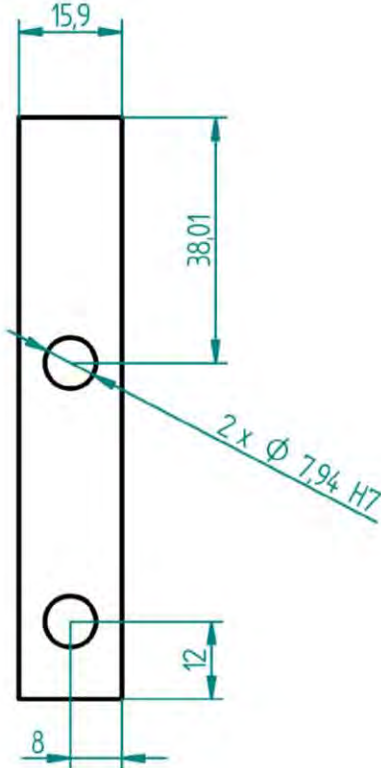
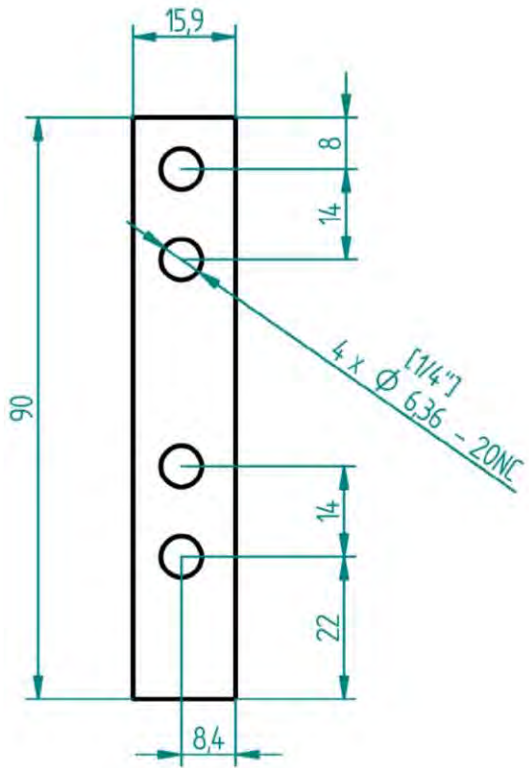


|                           |   |  |                               |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Rodillo para motorreductor de estructura         |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-LZ-JF32 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 2:1  | Fecha: 7 / diciembre / 2010   |

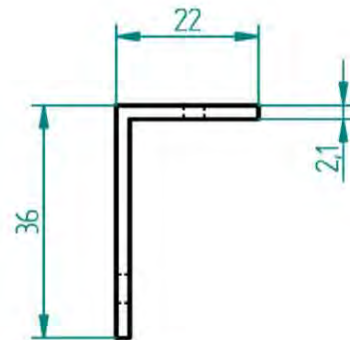
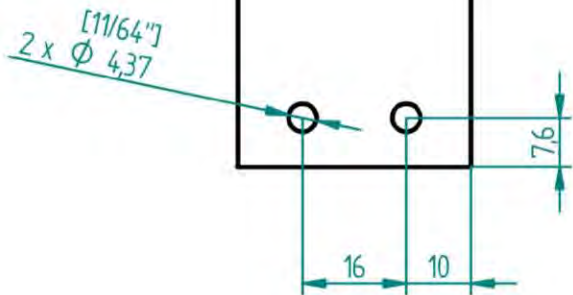
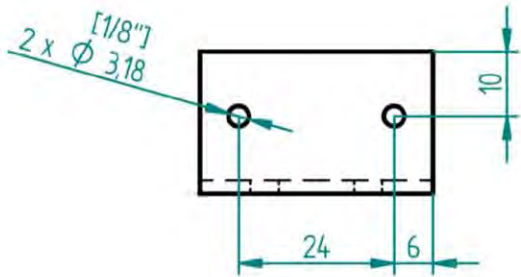




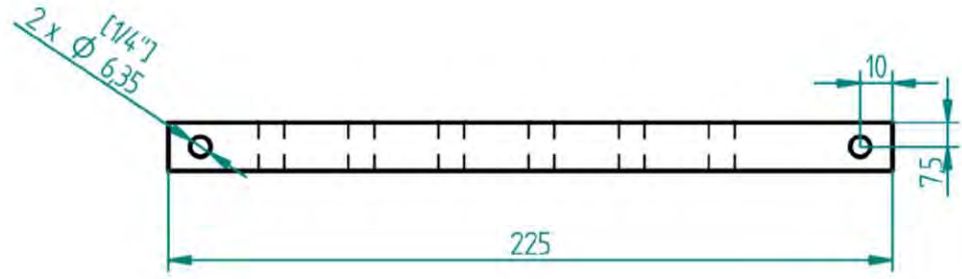
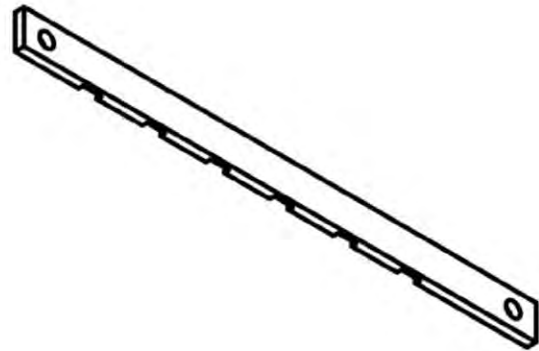
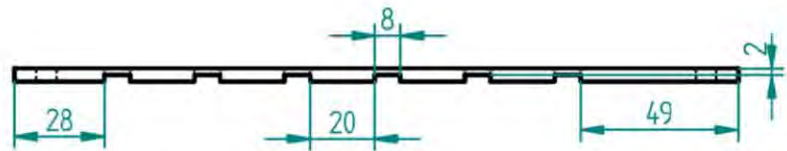
|                           |   |  |                                |  |
|---------------------------|---|--|--------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Sujetador de leva a estructura                   |                                |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-LZ-PJF33 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 28 / diciembre / 2010   |  |



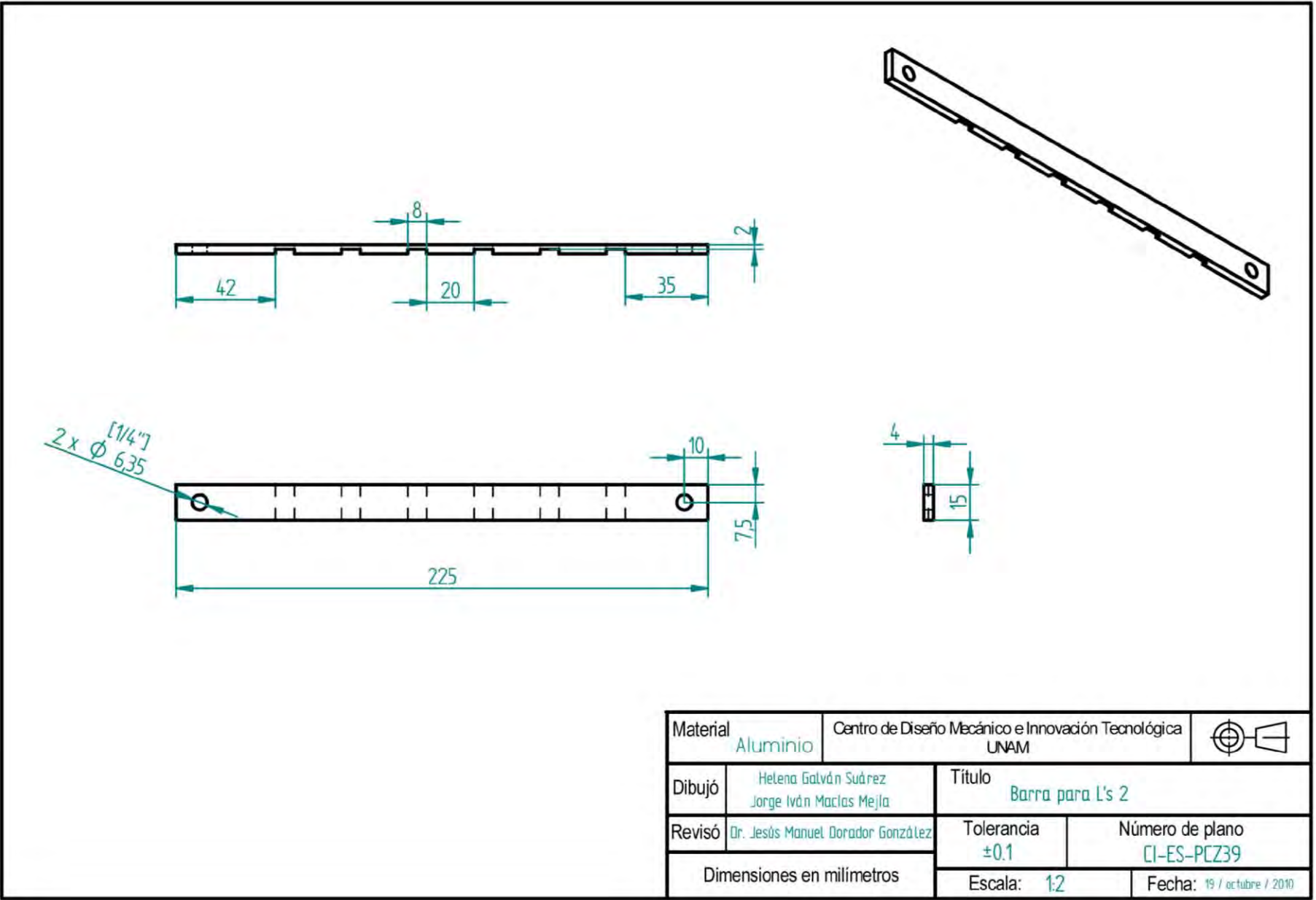
|                           |   |  |                              |  |
|---------------------------|---|--|------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                              |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Base alta de estructura                          |                              |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-LZ-S34 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 18 / octubre / 2010   |  |



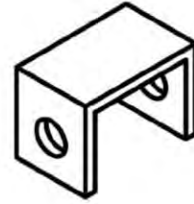
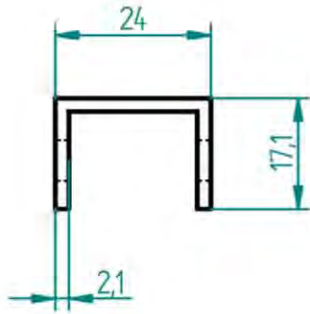
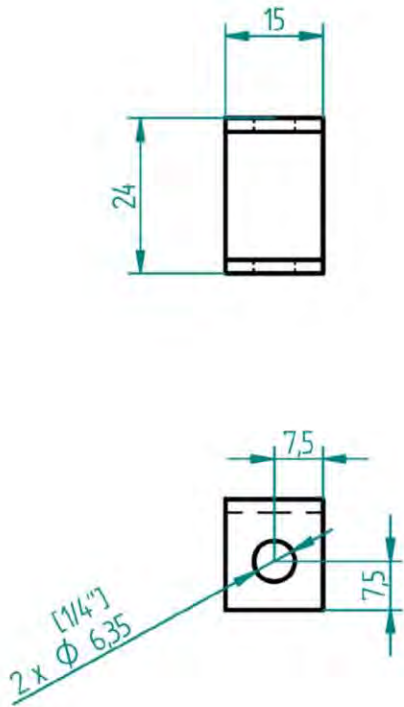
|                           |   |  |                               |  |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Placa para sensor óptico                         |                               |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-LZ-PN36 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 22 / febrero / 2011    |  |



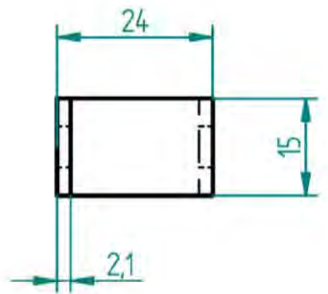
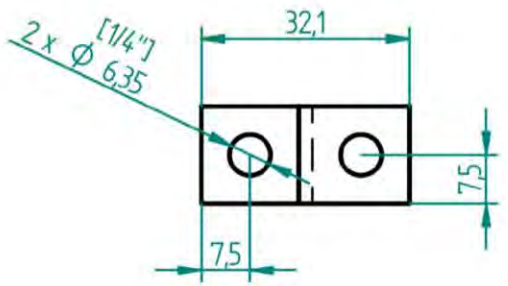
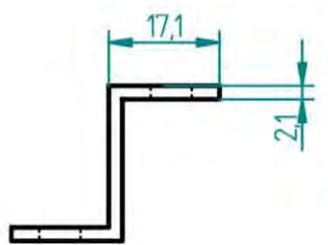
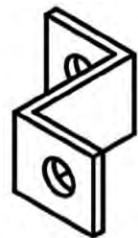
|                           |   |  |                                |   |
|---------------------------|---|--|--------------------------------|---|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Barra para L's                                   |                                |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-ES-PCZ38 |   |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 19 / octubre / 2010     |   |



|                           |   |  |   |
|---------------------------|---|--|---|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Barra para L's 2                                 |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-ES-PCZ39  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 19 / octubre / 2010  |

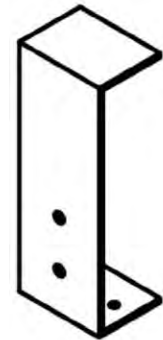
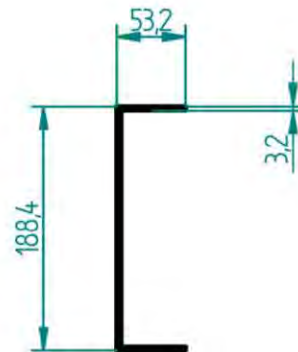
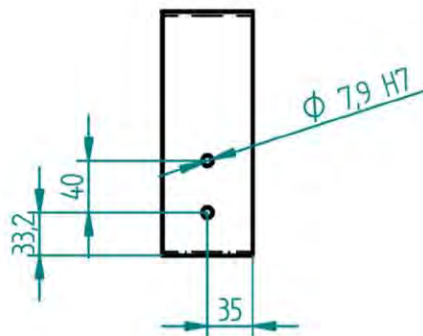
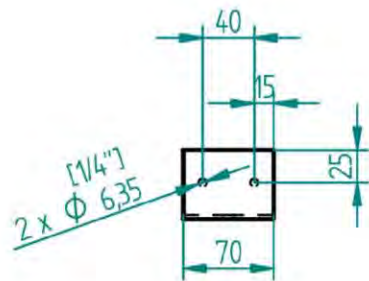


|                           |   |  |                               |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>"C" para placa de motores                        |                               |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-ES-F040 |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:1  | Fecha: 25 / octubre / 2010    |



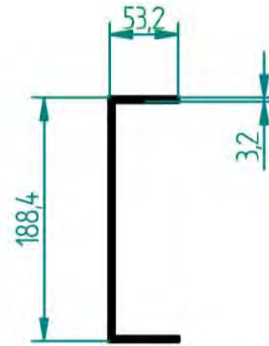
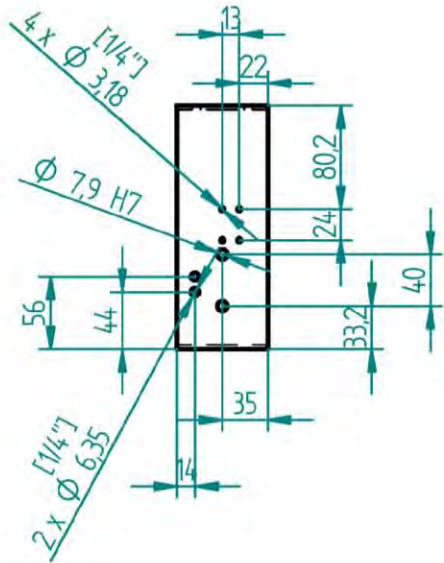
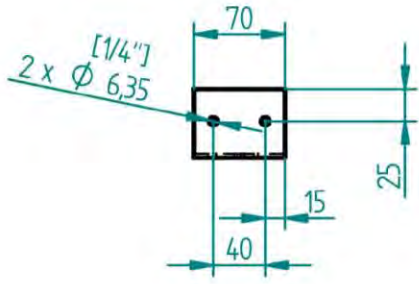
|                           |   |  |                            |  |
|---------------------------|---|--|----------------------------|--|
| Material                  |   | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica |                            |  |
| Aluminio                  |   | UNAM   |                            |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía |  | Título                     |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               |  | "S" para placa de motores  |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Tolerancia   | Número de plano            |  |
|                           |   | ±0.1   | CI-ES-FA41                 |  |
|                           |   | Escala: 1:1  | Fecha: 25 / octubre / 2010 |  |



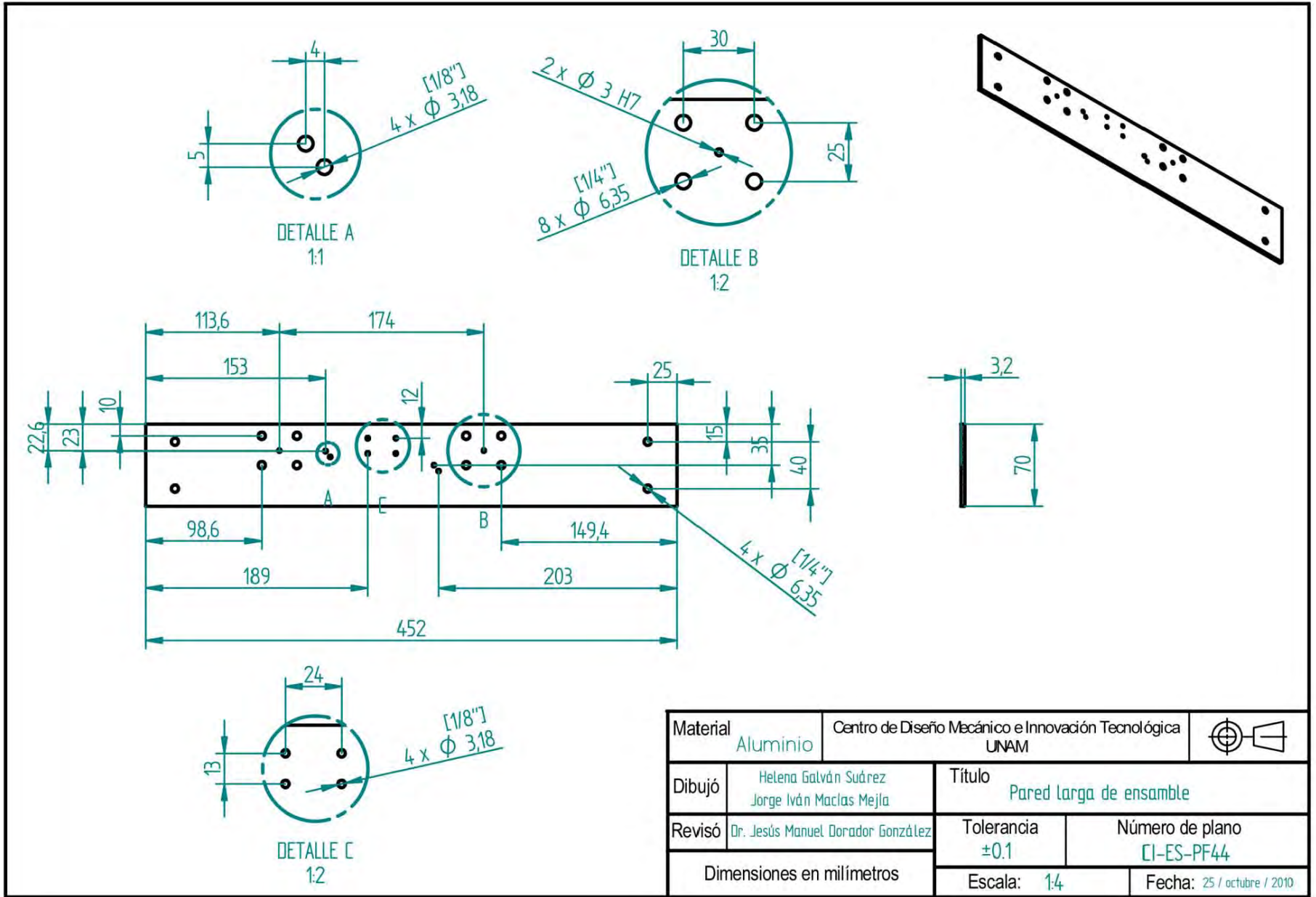


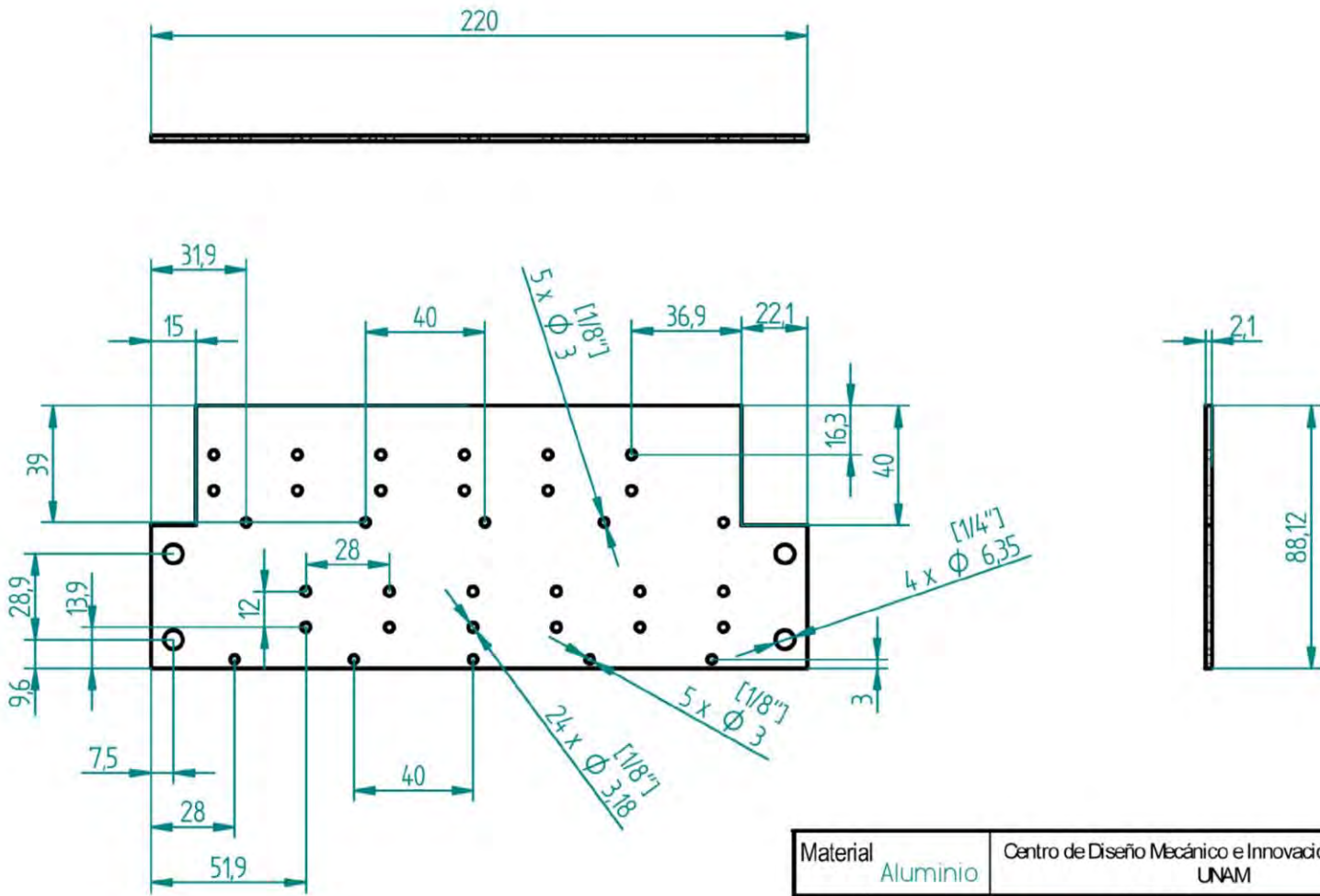
|                           |   |  |                               |  |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Pared de ensamble                                |                               |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-ES-PI42 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:5  | Fecha: 25 / octubre / 2010    |  |



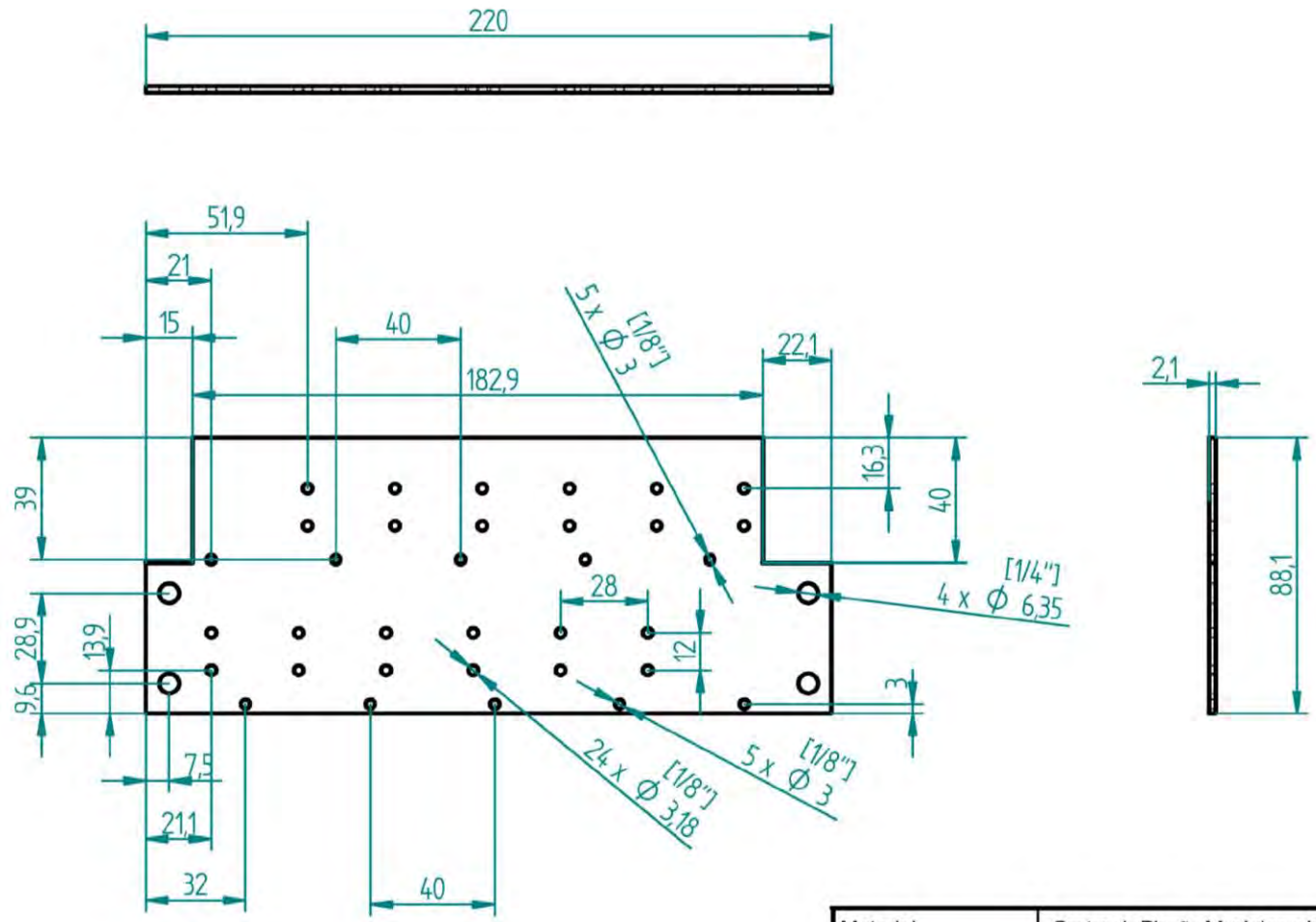
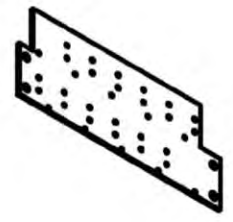


|                           |   |  |                               |  |
|---------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                               |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Pared larga de ensamble                          |                               |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-ES-PD43 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:5  | Fecha: 25 / octubre / 2010    |  |

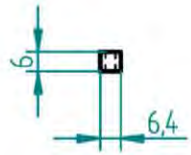
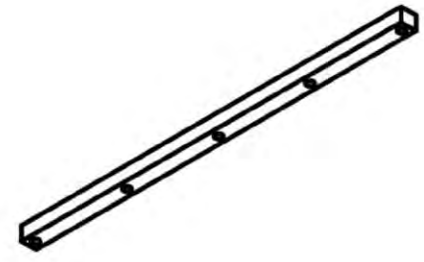
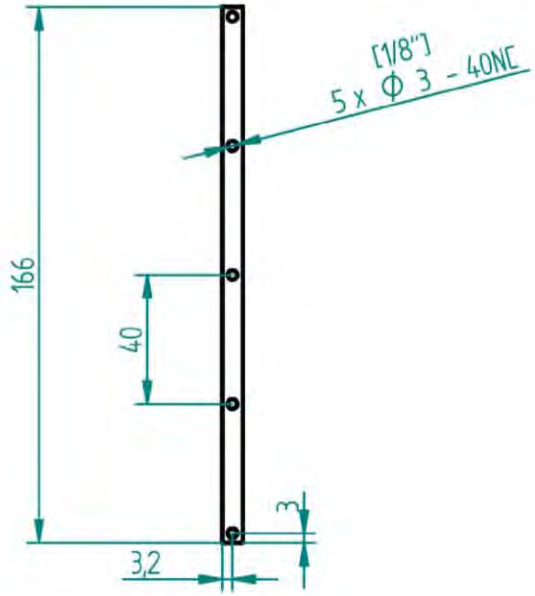




|                           |   |  |                                |  |
|---------------------------|---|--|--------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Placa superior para motores                      |                                |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-ES-PAM45 |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 25 / noviembre / 2010   |  |



|                           |   |  |                                 |  |
|---------------------------|---|--|---------------------------------|--|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |                                 |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Título<br>Placa inferior para motores                      |                                 |  |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>[I-ES-POM46] |  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 25 / noviembre / 2010    |  |



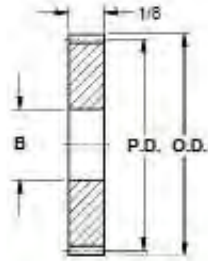
|                           |   |  |   |
|---------------------------|---|--|---|
| Material                  | Aluminio  | Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica<br>UNAM |  |
| Dibujó                    | Helena Galván Suárez<br>Jorge Iván Macías Mejía | Titulo<br>Barra Limite para contra-punzón                  |   |
| Revisó                    | Dr. Jesús Manuel Dorador González               | Tolerancia<br>±0.1   | Número de plano<br>CI-ES-BCZ47  |
| Dimensiones en milímetros |   | Escala: 1:2  | Fecha: 23 / noviembre / 2010  |



**S INCH** Molded Hubless Spur Gears - 48 Pitch

■ 14-1/2° PRESSURE ANGLE

■ 1/8 FACE WIDTH



MATERIAL: Nylon 101

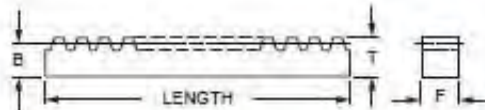
| Catalog Number | No. of Teeth | P.D.  | O.D. Ref. | B Bore |
|----------------|--------------|-------|-----------|--------|
| A 1N 1-N48012  | 12           | .250  | .29       | 3/32   |
| A 1N 1-N48014  | 14           | .292  | .33       |        |
| A 1N 1-N48016  | 16           | .333  | .38       | 1/8    |
| A 1N 1-N48018  | 18           | .375  | .42       |        |
| A 1N 1-N48020  | 20           | .417  | .46       |        |
| A 1N 1-N48024  | 24           | .500  | .54       |        |
| A 1N 1-N48028  | 28           | .583  | .63       | 3/16   |
| A 1N 1-N48032  | 32           | .667  | .71       |        |
| A 1N 1-N48036  | 36           | .750  | .79       |        |
| A 1N 1-N48040  | 40           | .833  | .88       |        |
| A 1N 1-N48048  | 48           | 1.000 | 1.04      | 1/4    |
| A 1N 1-N48056  | 56           | 1.167 | 1.21      |        |
| A 1N 1-N48060  | 60           | 1.250 | 1.29      |        |
| A 1N 1-N48064  | 64           | 1.333 | 1.38      |        |
| A 1N 1-N48072  | 72           | 1.500 | 1.54      | 1/4    |
| A 1N 1-N48080  | 80           | 1.667 | 1.71      |        |

Other bore sizes available on special order.

**NEW SIZES**

**SDPSI** Inch Inch Inch Inch Inch Inch  
**Racks - 48, 32 & 24 Pitch**  
 Stock Drive Products/Sterling Instrument ■ Phone: 818-328-3300 ■ Fax: 818-328-3327

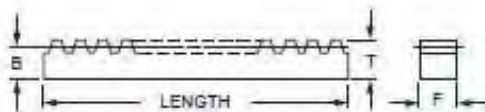
■ 14-1/2° PRESSURE ANGLE



| Catalog Number |             | Pitch | F Face Width | T Thickness | B Dim. | Stock Length (Feet) |
|----------------|-------------|-------|--------------|-------------|--------|---------------------|
| Steel          | Brass       |       |              |             |        |                     |
| A 1C12-N481    | A 1B12-N481 | 48    | 1/8          | 1/8         | .104   | 1                   |
| A 1C12-N482    | A 1B12-N482 |       |              |             |        | 2                   |
| A 1C12-N322    | A 1B12-N322 | 32    | 3/16         | 3/16        | .156   | 2                   |
| A 1C12-N324    | A 1B12-N324 |       |              |             |        | 4                   |
| A 1C12-N326    | —           |       |              |             |        | 6                   |
| A 1C12-N242    | A 1B12-N242 |       |              |             |        | 2                   |
| A 1C12-N244    | A 1B12-N244 | 24    | 1/4          | 1/4         | .208   | 4                   |
| A 1C12-N246    | —           |       |              |             |        | 6                   |

**SDPSI** Inch Inch Inch Inch Inch Inch Inch Inch Inch Inch  
**Molded Racks - 48, 32, 24 & 16 Pitch**  
 Stock Drive Products/Sterling Instrument ■ Phone: 818-328-3300 ■ Fax: 818-328-3327

■ 14-1/2° PRESSURE ANGLE



MATERIAL: Nylon 101

| Catalog Number | Pitch | F Face Width | T Thickness | B Dim. | Stock Length |
|----------------|-------|--------------|-------------|--------|--------------|
| A 1N12-N48     | 48    | 1/8          | 1/8         | 7/64   | 12           |
| A 1N12-N32     | 32    | 3/16         | 3/16        | 5/32   | 12           |
| A 1N12-N24     | 24    | 1/4          | 1/4         | 13/64  | 12           |
| A 1N12-N24A    |       |              |             |        | .44-7/16     |
| *A 1N12-N16    | 16    | 5/16         | 5/16        | 1/4    | 12           |
| *A 1N12-N16A   |       |              |             |        | 6            |

△ One End Not Finished.  
 \* 16 pitch racks are recessed 3/32 deep on both sides, allowing a 1/8 wide rib down the center of rack. Cross ribs at 2 in. intervals will permit easy drilling and fastening.

# **Apéndice B**



## DC Gear Motor

## 1.61.050.XXX

### Type 1.61.050.XXX

| V =  | XXX | Characteristics*           |                             |                            |                              | max.                       | Terminal                       | Stages | Gear  |
|------|-----|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------|-------|
|      |     | Rated current<br>$I_n$ / A | Rated torque<br>$T_n$ / mNm | Rated speed<br>$n_n$ / rpm | No load speed<br>$n_0$ / rpm | Torque*<br>$T_{max}$ / mNm | resistance<br>$R_a$ / $\Omega$ |        | ratio |
| 12 V | 440 | 3.300                      | 400                         | 460                        | 535                          | 560                        | 0.7                            | 2      | 6.3   |
|      | 441 | 3.500                      | 800                         | 240                        | 281                          | 1120                       | 0.7                            | 2      | 12.0  |
|      | 442 | 3.500                      | 1500                        | 116                        | 136                          | 2100                       | 0.7                            | 3      | 24.7  |
|      | 443 | 3.600                      | 2900                        | 61                         | 72                           | 4060                       | 0.7                            | 3      | 46.7  |
|      | 444 | 2.400                      | 900                         | 92                         | 121                          | 1260                       | 1.9                            | 3      | 24.7  |
|      | 445 | 2.500                      | 1800                        | 48                         | 64                           | 2520                       | 1.9                            | 3      | 46.7  |
|      | 446 | 2.500                      | 3300                        | 24                         | 31                           | 4620                       | 1.9                            | 4      | 96.5  |
|      | 447 | 1.900                      | 4000                        | 14                         | 16                           | 5600                       | 1.9                            | 4      | 183.0 |
|      | 448 | 1.500                      | 5000                        | 7.2                        | 8                            | 7000                       | 1.9                            | 5      | 377.0 |
|      | 449 | 1.200                      | 5000                        | 4.0                        | 4.2                          | 7000                       | 1.9                            | 5      | 714.0 |
| 24 V | 460 | 1.650                      | 400                         | 460                        | 535                          | 560                        | 2.8                            | 2      | 6.3   |
|      | 461 | 1.750                      | 800                         | 240                        | 281                          | 1120                       | 2.8                            | 2      | 12.0  |
|      | 462 | 1.750                      | 1500                        | 116                        | 136                          | 2100                       | 2.8                            | 3      | 24.7  |
|      | 463 | 1.800                      | 2900                        | 61                         | 72                           | 4060                       | 2.8                            | 3      | 46.7  |
|      | 464 | 1.200                      | 900                         | 92                         | 121                          | 1260                       | 7.6                            | 3      | 24.7  |
|      | 465 | 1.250                      | 1800                        | 48                         | 64                           | 2520                       | 7.6                            | 3      | 46.7  |
|      | 466 | 1.250                      | 3300                        | 24                         | 31                           | 4620                       | 7.6                            | 4      | 96.5  |
|      | 467 | 0.950                      | 4000                        | 14                         | 16                           | 5600                       | 7.6                            | 4      | 183.0 |
|      | 468 | 0.750                      | 5000                        | 7.2                        | 8                            | 7000                       | 7.6                            | 5      | 377.0 |
|      | 469 | 0.600                      | 5000                        | 4.0                        | 4.2                          | 7000                       | 7.6                            | 5      | 714.0 |

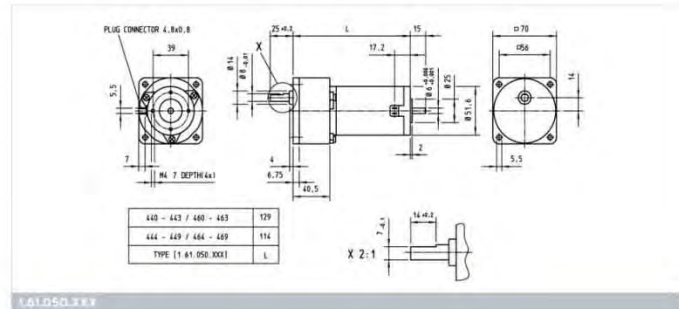
### Operational conditions

| Temperature range                        | T     | °C | -10 - +70 |
|--|-------|----|-----------|
| Axial force                              | $F_a$ | N  | 30        |
| Radial force, 5 mm from mounting surface | $F_r$ | N  | 100       |

\* at 25 °C

### Design

|                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| Weight                  | 1200 g                      |
| Gear housing            | Zinc die-cast               |
| Commutator              | Copper / 12-segments        |
| RFI protection          | -                           |
| Insulation class        | Winding H, otherwise A      |
| Protection class        | IP40                        |
| Commutation             | carbon brushes              |
| Armature                | skewed slot                 |
| Magnet system           | Permanent magnets, 2-pole   |
| Bearings                | 2 sintered bronze bearings  |
| Motor housing           | Steel, corrosion protected  |
| Motor end shields       | zinc die-cast on both sides |
| Spur gear               | Metal and plastic gears     |
| Axial play output shaft | 0.05 - 0.5 mm               |



### Customized versions

The following modifications are available upon request:

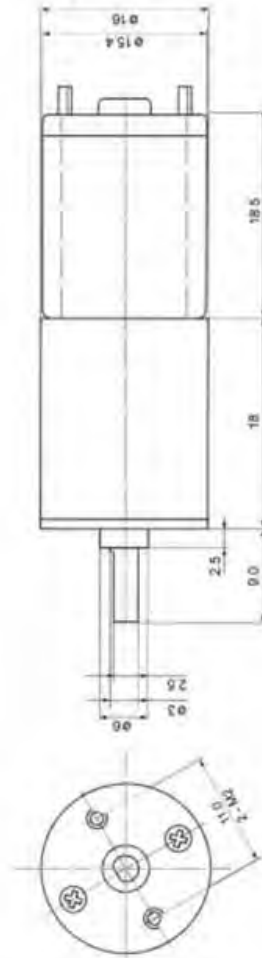
- ▶ Encoder possible
- ▶ Internal chokes and/or capacitors
- ▶ Speed adjustment by winding change
- ▶ Addition of wire harnesses
- ▶ Modification of shaft length
- ▶ Modification of shaft configuration (flat, groove, etc.)
- ▶ Assembly of gears, pinions, etc.
- ▶ Assembly of adapters and mounting plates

## PrecisionMicrodriver216-201 16mm Inline Gearmotor

10rpm Type [216-201]

| Model   | Rated Voltage (V) | Physical      |             |                | Gear Ratio (x:1) | No Load    |             | Peak Efficiency |             | Rated Torque (mNm) | Start Current (mA) | Max Power (mW) |
|---------|-------------------|---------------|-------------|----------------|------------------|------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|----------------|
|         |                   | Diameter (mm) | Length (mm) | Shaft Dia (mm) |                  | Weight (g) | Speed (rpm) | Current (mA)    | Speed (rpm) |                    |                    |                |
| 216-201 | 6                 | 16            | 36.7        | 3              | 1350             | 11         | 80          | 9               | 170         | 220                | 215                | 320            |
| 216-202 | 6                 | 16            | 35.4        | 3              | 400              | 38         | 65          | 34              | 225         | 73                 | 265                | 335            |

Fully enclosed geared DC motor unit machined steel spur gear reduction gearbox and 3 pole flat side ferrite motor. The compact unit delivers a high level of torque and the size lends itself toward package reduction projects. Typically used for amateur robotics actuation, kitchen accessories and consumer electronics products.



NOMINAL TOLERANCE +/- 0.1MM UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

# DC Gear Motor

# 1.61.046.XXX

**Type 1.61.046.XXX**

| V =  | XXX | Characteristics*                    |                                      |                                     |                                       | max. Torque*<br>T <sub>max</sub> / mNm | Terminal resistance<br>Ra / Ω | Stages | Gear ratio |
|------|-----|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------|--------|------------|
|      |     | Rated current<br>I <sub>n</sub> / A | Rated torque<br>T <sub>n</sub> / mNm | Rated speed<br>n <sub>n</sub> / rpm | No load speed<br>n <sub>0</sub> / rpm |  |                               |        |            |
| 12 V | 311 | 0.700                               | 25                                   | 1040                                | 1710                                  | 35                                     | 9                             | 1      | 2.9        |
|      | 312 | 0.600                               | 70                                   | 335                                 | 500                                   | 98                                     | 9                             | 2      | 9.9        |
|      | 313 | 0.500                               | 150                                  | 121                                 | 160                                   | 210                                    | 9                             | 3      | 30.8       |
|      | 314 | 0.390                               | 300                                  | 43.5                                | 52.0                                  | 420                                    | 9                             | 4      | 96.0       |
|      | 315 | 0.220                               | 300                                  | 15.5                                | 16.5                                  | 420                                    | 9                             | 5      | 299.0      |
| 18 V | 321 | 0.470                               | 25                                   | 1040                                | 1710                                  | 35                                     | 20                            | 1      | 2.9        |
|      | 323 | 0.400                               | 70                                   | 335                                 | 500                                   | 98                                     | 20                            | 2      | 9.9        |
|      | 324 | 0.340                               | 150                                  | 121                                 | 160                                   | 210                                    | 20                            | 3      | 30.8       |
|      | 325 | 0.260                               | 300                                  | 43.5                                | 52.0                                  | 420                                    | 20                            | 4      | 96.0       |
|      | 326 | 0.150                               | 300                                  | 15.5                                | 16.5                                  | 420                                    | 20                            | 5      | 299.0      |
| 24 V | 331 | 0.350                               | 25                                   | 1040                                | 1710                                  | 35                                     | 35                            | 1      | 2.9        |
|      | 332 | 0.300                               | 70                                   | 335                                 | 500                                   | 98                                     | 35                            | 2      | 9.9        |
|      | 333 | 0.250                               | 150                                  | 121                                 | 160                                   | 210                                    | 35                            | 3      | 30.8       |
|      | 334 | 0.195                               | 300                                  | 43.5                                | 52.0                                  | 420                                    | 35                            | 4      | 96.0       |
|      | 335 | 0.110                               | 300                                  | 15.5                                | 16.5                                  | 420                                    | 35                            | 5      | 299.0      |

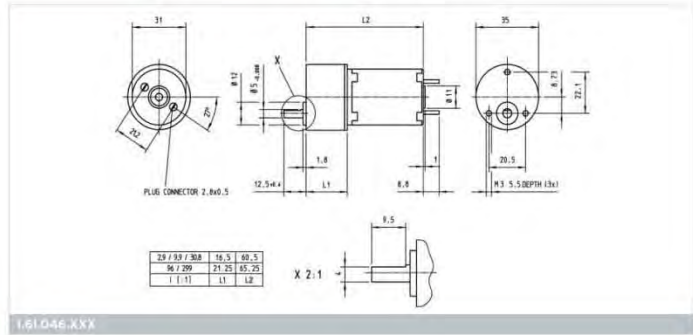
| Operational conditions                   |                |    |           |
|--|----------------|----|-----------|
| Temperature range                        | T              | °C | -10 - +70 |
| Axial force                              | F <sub>a</sub> | N  | 15        |
| Radial force, 5 mm from mounting surface | F <sub>r</sub> | N  | 40        |

\* at 25° C

| Design                  |  |
|-------------------------|--|
| Weight                  | 150 g  |
| Gear housing            | Zinc die-cast                                |
| Commutator              | Copper / 7-segments                          |
| RFI protection          | 2 chokes                                     |
| Insulation class        | Winding H, otherwise A                       |
| Protection class        | IP40   |
| Commutation             | carbon brushes                               |
| Armature                | straight slot                                |
| Magnet system           | Permanent magnets, 2-pole                    |
| Bearings                | 2 sintered bronze bearings                   |
| Motor housing           | Steel, corrosion protected                   |
| Motor end shields       | brush end plastic<br>drive end zinc die-cast |
| Spur gear               | Metal and plastic gears                      |
| Axial play output shaft | 0.05 - 0.6 mm                                |



1.61.046.XXX



**Customized versions**

- The following modifications are available upon request:
- Encoder possible
  - Internal chokes and/or capacitors
  - Speed adjustment by winding change
  - Addition of wire harnesses
  - Modification of shaft length
  - Modification of shaft configuration (flat, groove, etc.)
  - Assembly of gears, pinions, etc.
  - Assembly of adapters and mounting plates
  - Gear ratios = 20.1 / 64.3 / 200 / 621 / 927 / 1900 and 2873 upon request

## Resorte para la bandeja del sistema de arrastre de papel

<http://www.leespring.com/mx>

**Especificaciones de Resortes de Extensión** Dibujos CAD  
Ver/Descargar

**EI 016B 07 S**

**Consulta de Precio**

Precio disponible en el rango de 10 a 199 piezas. Para pedidos mayores, agregue a la lista de cotización y nos pondremos en contacto con usted para proporcionarle el precio.

Deje en blanco el campo para la cantidad y haga click en **Comprobar Precio** para ver TODOS los precios de esta parte.

Cantidad Requerida:

**Comprobar Precio**

**Agregar al pedido**

**Agregar a la cotización**

**Especificaciones**

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| Número de Parte:     | EI 016B 07 S            |
| Diámetro Exterior:   | 2.387 mm                |
| Diámetro de Alambre: | 0.406 mm                |
| Carga Máxima:        | 8.375 N                 |
| Longitud sin Carga:  | 25.400 mm               |
| Constante:           | 0.53 N/mm               |
| Longitud Máxima:     | 39.598 mm               |
| Tensión Inicial:     | 0.711 N                 |
| Material:            | SS                      |
| Vueltas:             | 55.9                    |
| Espiras Activas:     | 55.9                    |
| Acabado:             | PASSIVATE PER ASTM A967 |

Haga clic para las tolerancias y las notas técnicas.



Resorte para contraparte

<http://www.leespring.com/mx>

Resorte para subsistema de punzones

**Especificaciones de Resortes de Extensión**

Dibujos CAD  
[Ver/Descargar](#)

**EIM030C 04 S**

**Consulta de Precio**

Precio disponible en el rango de 10 a 199 piezas. Para pedidos mayores, agregue a la lista de cotización y nos pondremos en contacto con usted para proporcionarle el precio.

Deje en blanco el campo para la cantidad y haga click en **Comprobar Precio** para ver TODOS los precios de esta parte.

Cantidad Requerida:

**Comprobar Precio**

**Agregar al pedido**

**Agregar a la cotización**

**Especificaciones**

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| Número de Parte:     | EIM030C 04 S |
| Diámetro Exterior:   | 2.997 mm     |
| Diámetro de Alambre: | 0.304 mm     |
| Carga Máxima:        | 3,140 N      |
| Longitud sin Carga:  | 17,500 mm    |
| Constante:           | 0.09 N/mm    |
| Longitud Máxima:     | 46,583 mm    |
| Tensión Inicial:     | 0.275 N      |
| Material:            | SS           |
| Vueltas:             | 38.7         |
| Espiras Activas:     | 38.7         |
| Acabado:             |              |

Haga clic para las tolerancias y las notas técnicas.

**Especificaciones de Resortes de Extensión**

Dibujos CAD  
[Ver/Descargar](#)

**LEM060B 03 M**

**Consulta de Precio**

Precio disponible en el rango de 10 a 199 piezas. Para pedidos mayores, agregue a la lista de cotización y nos pondremos en contacto con usted para proporcionarle el precio.

Deje en blanco el campo para la cantidad y haga click en **Comprobar Precio** para ver TODOS los precios de esta parte.

Cantidad Requerida:

**Comprobar Precio**

**Agregar al pedido**

**Agregar a la cotización**

**Especificaciones**

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| Número de Parte:     | LEM060B 03 M |
| Diámetro Exterior:   | 4.495 mm     |
| Diámetro de Alambre: | 0.609 mm     |
| Carga Máxima:        | 15,701 N     |
| Longitud sin Carga:  | 18,998 mm    |
| Constante:           | 1.14 N/mm    |
| Longitud Máxima:     | 30,937 mm    |
| Tensión Inicial:     | 1.368 N      |
| Material:            | MW           |
| Vueltas:             | 21.1         |
| Espiras Activas:     | 21.1         |
| Acabado:             | PRE TINNED   |

Haga clic para las tolerancias y las notas técnicas.

# **Apéndice C**

## Programa del Sistema de Arrastre de Papel

```

#include <18f4550.h>
#fuses HSPLL,PLL1,NOWDT,NOMCLR,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,CPUDIV1
#use delay(clock=4800000) //a usar con un xtral de 4Mhrz
#use fast_io(A)
#use fast_io(B)

/*****Entradas*****/
//Pin_B0 Señal de impresión
//Pin_B1 Sensor de presencia de hojas en la bandeja de entrada
//Pin_B2 Sensor de presencia de hojas en los ventiladores
//Pin_B3 Sensor del motor de elevación de la bandeja en posición inicial
//Pin_B4 Sensor del motor que desplaza a los ventiladores en posición inicial
//Pin_B5 Sensor del motor que desplaza a los ventiladores en posición final

/*****Salidas*****/
//Pin_A0 Ventiladores
//Pin_A1 Alarma de ausencia de hojas en la bandeja de entrada
//Pin_A2 Señal para mover los ventiladores hacia adelante
//Pin_A3 Señal para mover los ventiladores hacia atrás
//Pin_A4 Señal para mover el motor de la bandeja de entrada adelante
//Pin_A5 Señal para mover el motor de la bandeja de entrada atrás
//Pin_A6 Alarma de ausencia de hoja en ventiladores

int1 repetir = 1, fin = 0, alarma = 0;
int i = 0;

voidventiladores(){

while(repetir == 1 ){

while(input(pin_B1) == 1){
for(i = 0; i < 100; i++){
output_toggle(pin_A1); //Activa señal de alarma no hay hojas
delay_ms(10);
}
delay_ms(600);

```

```
    }

    if(input(pin_B1) == 0){
    output_high(pin_A0);    //Prende ventiladores
    delay_ms(900);
    }

    output_high(pin_A4);
    while(input(pin_B2) == 1 && input(pin_B1) == 0){
    //Activa el motor para que las hojas se eleven
    }
    output_low(pin_A4);

    //Esta acción se realiza si quitan la hoja antes de que el sensor de ventiladores la detecte
    if(input(pin_B1) == 1){
    output_low(pin_A0);    //Apaga los ventiladores
    output_high(pin_A5);
    while(input(pin_B3) == 1){ //Mueve el motor de la bandeja en sentido contrario
        //hasta que regrese a su posición inicial
    }
    output_low(pin_A5);
    fin = 1;
    }

    //Esta acción se realiza cuando el sensor del ventilador es activado
    if(input(pin_B2) == 0 && fin == 0){
    output_high(pin_A5);    //Señal para que el motor de la bandeja regrese a su posición inicial
    output_high(pin_A2);    //Señal para mover el motor de los ventiladores a su posición final
    while(input(pin_B3) == 1){
        //Mueve el motor de la bandeja hasta que regrese a posición inicial
    }
    output_low(pin_A5);    //Apagas motor de bandeja
    while(input(pin_B5) == 1 && input(pin_B2) == 0){
    //Mueve el motor de los ventiladores hasta que estos llegen a
        }    //su posición final o quiten la hoja antes
    output_low(pin_A2);    //Detiene el movimiento de los ventiladores

    //El caso en el quiten la hoja antes
    if(input(pin_B2) == 1){
    alarma = 1;
```



```
output_low(pin_A0);    //Apagas motor de ventiladores
    }

//El caso en el que llegen los ventiladores a su posición final
if(input(pin_B5) == 0){
    repetir = 0;
    output_low(pin_A0);    //Apagas motor de ventiladores
    }

output_high(pin_A3);
while(input(pin_B4) == 1){
    //Los ventiladores regresan
    }
output_low(pin_A3);

if(alarma == 1){
    while(input(pin_B0) == 1){
        for(i = 0; i < 50; i++){
            output_toggle(pin_A1);    //Activa señal alarma no hay hojas
            if(input(pin_B0) == 0)
                i = 101;
            delay_ms(10);
        }
        delay_ms(600);
    }
    }
    }
    }
    }
fin = 0;
alarma = 0;
    }
}

#int_ext//Atención a interrupción por cambio en RB0, señal de imprimir
ext_isr(){    //Función de interrupción
    disable_interrupts(GLOBAL); //Deshabilitamos las interrupciones
    ventiladores();    //Función para mover las hojas
    repetir = 1;
    enable_interrupts(GLOBAL); //Habilitamos las interrupciones
}
```

```
voidmain(){
set_tris_B(0xFF);      //Habilita el puerto B como entrada
set_tris_A(0x00);      //Habilita el puerto A como salida
output_A(0x00);        //Se apagan todas las salidas
port_b_pullups(TRUE);  //Se activan las resistencia de pull-up para B

enable_interrupts(int_ext); //Habilita interrupciones externas
ext_int_edge(H_to_L);     //Por flanco de subida
enable_interrupts(GLOBAL); //Habilita las interrupciones en general.

    //Se asegura que todos los mecanismos estén en su posición inicial
if(input(pin_B3) == 1){
output_high(pin_A5);
while(input(pin_B3) == 1){
    //Regresas la bandeja a su posición inicial
}
output_low(pin_A5);
}
if(input(pin_B4) == 1){
output_high(pin_A3);
while(input(pin_B4) == 1){
//Regresa los ventiladores a su posición inicial
}
output_low(pin_A3);
}

while(1){
//Se espera la señal de impresión
}
}
```

## Programa del Cabezal de Impresión

```
#include<18f4550.h>
#uses HSPLL,PLL1,NOWDT,NOMCLR,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,CPUDIV1
#use delay(clock=48000000) //a usar con un xtral de 4Mhrz
#use fast_io(A)
#use fast_io(B)
#use fast_io(C)
#use fast_io(D)
#use fast_io(E)
```

```
int i = 0;
```

```
/******Entradas del sistema*****
```

```
Pin_B0   Señal de impresión
Pin_B1   Sensor de presencia de la estructura en su posición final
Pin_B2   Sensor de presencia de la estructura en su posición inicial
Pin_B3   Sensor de presencia de la contra
```

```
*****/
```

```
/******Salidas del sistema*****
```

```
Pin_A0   Motor de punzón
Pin_A1   Motor de punzón
Pin_A2   Motor de punzón
Pin_A3   Motor de punzón
Pin_A4   Motor de punzón
Pin_A5   Motor de punzón
Pin_B4   Establece la dirección de giro de los motores de los punzones
Pin_B5   Motor de punzón
Pin_B6   Motor de punzón
Pin_B7   Motor de punzón
Pin_C0   Motor de punzón
Pin_C1   Motor de punzón
Pin_C2   Motor de punzón
Pin_C3   Motor de punzón
Pin_C4   Motor de punzón
Pin_C5   Motor de punzón
```

Pin\_C6 Motor de punzón  
Pin\_C7 Motor de punzón  
Pin\_D0 Motor de punzón  
Pin\_D1 Motor de punzón  
Pin\_D2 Motor de punzón  
Pin\_D3 Motor de punzón  
Pin\_D4 Motor de punzón  
Pin\_D5 Motor de punzón  
Pin\_D6 Motor de punzón  
Pin\_D7 Motor de punzón  
Pin\_E0 Motor de la contra  
Pin\_E1 Motor de la estructura

\*\*\*\*\*/

```
#INT_EXT
```

```
void ext_isr(){
```

```
disable_interrupts(global);
```

```
for(i = 0; i < 2; i++){ //El ciclo se repite dos veces, para generar lograr
```

```
//que la estructura tome sus dos posiciones
```

```
output_high(pin_B4); //Energiza todos los motores en una dirección
```

```
output_A(0Xff);
```

```
output_C(0Xff);
```

```
output_D(0Xff);
```

```
output_high(pin_B5);
```

```
output_high(pin_B6);
```

```
output_high(pin_B7);
```

```
delay_ms(20); //Desenergiza los motores después de un tiempo
```

```
output_A(0X00);
```

```
output_C(0X00);
```

```
output_D(0X00);
```

```
output_low(pin_B5);
```

```
output_low(pin_B6);
```

```
output_low(pin_B7);
```

```
//Mueve la contra hasta que de una vuelta el motor.
```

```
output_high(pin_E0);
```

```
while(input(pin_B3) == 0){
```

```
    }  
while(input(pin_B3) == 1){  
  
    }  
output_low(pin_E0);  
  
output_low(pin_B4);    //Prende los motores en la dirección contraria  
output_A(0Xff);  
output_C(0Xff);  
output_D(0Xff);  
output_high(pin_B5);  
output_high(pin_B6);  
output_high(pin_B7);  
  
delay_ms(20);        //Apaga los motores después de un tiempo  
output_A(0X00);  
output_C(0X00);  
output_D(0X00);  
output_low(pin_B5);  
output_low(pin_B6);  
output_low(pin_B7);  
//Mueve la estructura a su posición inicial o final  
if(i == 0){          //dependiendo del ciclo en el que se encuentre  
output_high(pin_E1);  
while(input(pin_B1) == 1){  
  
    }  
output_low(pin_E1);  
    }  
  
if(i == 1){  
output_high(pin_E1);  
while(input(pin_B2) == 1){  
  
    }  
output_low(pin_E1);  
    }
```

```
    }
enable_interrupts(global);
}

void main(){
port_b_pullups(true);
set_tris_A(0x00);
set_tris_B(0x0F);
set_tris_C(0x00);          //puerto C salida
set_tris_D(0x00);
set_tris_E(0x00);
enable_interrupts(int_ext);
ext_int_edge(H_to_L);
enable_interrupts(global);
output_A(0X00);
output_C(0X00);
output_D(0X00);
output_E(0X00);
output_low(pin_B1);
output_low(pin_B5);
output_low(pin_B6);
output_low(pin_B7);

if(input(pin_B2) == 1){
output_high(pin_E1);
while(input(pin_B2) == 1){
//Mueve la estructura a su posición inicial
}
output_low(pin_E1);
}

if(input(pin_B3) == 1){
output_high(pin_E0);
while(input(pin_B3) == 1){
//Mueve la contra a su posición inicial
}
output_low(pin_E0);
}
while(1){          //Se espera la señal de impresión
}
```