

“CONTROL, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA MAQUINA CORTADORA
DE HILOS DE PLATA”

JOSÉ FERNANDO GONZÁLEZ CAICEDO
ALEX DARIEL PALLARES DE LA CRUZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006

“CONTROL, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA MAQUINA CORTADORA
DE HILOS DE PLATA”

JOSÉ FERNANDO GONZÁLEZ CAICEDO
ALEX DARIEL PALLARES DE LA CRUZ

Pasantia para optar al titulo de
Ingeniero Mecatrónico

Director
JIMMY TOMBÉ ANDRADE
Ingeniero Eléctrico

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar por el título de Ingeniero Mecatrónico.

Ing. JUAN CARLOS MENA

Jurado

Ing. BERNARDO ROGER SABOGAL

Jurado

Santiago de Cali, 01 de Febrero de 2007

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	10
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTOS DEL PROBLEMA	13
2. MARCO TEORICO	14
3. ANTECEDENTES	15
4. OBJETIVO	16
4.1. OBJETIVO GENERAL	16
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
5. JUSTIFICACIÓN	17
6. METODOLOGÍA	18
6.1. DESARROLLO CONCEPTUAL	18
6.1.1. Planteamiento del problema.	18

	Pág.
6.1.2. Tabla de necesidades	19
6.1.3. Tabla de medidas	20
6.1.4. Evaluación de satisfacción de necesidades en competencia	22
6.1.5. Especificaciones preliminares	24
6.2. GENERACION DE CONCEPTOS	25
6.2.1. Análisis del flujo, material y señales del sistema	25
6.2.2. Descomposición funcional	26
6.2.3. Búsqueda externa e interna	27
6.2.4. Árbol de clasificación de conceptos	28
6.2.5 Tabla de combinación de conceptos	30
6.3. SELECCIÓN DE CONCEPTOS	31
6.3.1. Selección de criterio de evaluación y el criterio de referencia	31
6.3.2. Ponderación de conceptos	31
6.3.3. Matriz para el tamizaje de conceptos	31

	Pág.
7. PRUEBA DE CONCEPTOS	34
8. DISEÑO DETALLADO	35
9. CRONOGRAMA	47
10. PRESUPUESTO	48
11. FINANCIACION	49
12. CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	52

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Identificación e importancia de las necesidades	19
Tabla 2. Medidas de las necesidades, importancia y sus unidades	20
Tabla 3. Tabla de necesidades contra métricas	21
Tabla 4. Medida de las necesidades en la competencia (Benchmarking)	22
Tabla 5. Evaluación de necesidades en la competencia	23
Tabla 6. Especificaciones preeliminares de la maquina	24
Tabla 7. Combinación de conceptos	30
Tabla 8. Selección del criterio de referencia (ponderación de conceptos)	31
Tabla 9. Matriz de tamizaje de conceptos	32
Tabla 10. Matriz de evaluación de conceptos	32
Tabla 11. Pines que conforman el LCD	46

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Sistema de entradas y salidas al sistema: “caja negra”	25
Grafica 2. Descomposición funcional de la maquina	26
Grafica 3. Soluciones para censar distancia	28
Grafica 4. Soluciones para sistema de corte	28
Grafica 5. Soluciones para el movimiento de la cuchilla	29
Grafica 6. Soluciones para censar alambre en el eje.	29
Grafica 7. Fuerzas que actúan en el sistema de rodillos	35
Grafica 8. Fuerza sobre el eje de alambres	35
Grafica 9. Fuerzas sobre los rodillos transportadores	36
Grafica 10. Fuerzas sobre los rodillos enderezadores	36
Grafica 11. Motor, la entrada de voltaje y salida torque	37
Grafica 12. Sistema dinámico del motor	37
Grafica 13. Gráfica de comportamiento deseado	40
Grafica 14. Sistema de corte: fuerza que actúa sobre el alambre de plata	41
Grafica 15. Diseño de la excentricidad de la leva	42
Grafica 16. Conversión de movimiento rotacional a movimiento lineal	43

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Microswitche	52
Anexo 2. Circuito de la maquina	53
Anexo 3. Controlador del motor	53
Anexo 4. Diseño preeliminar modelo A	54
Anexo 5. Diseño preeliminar modelo B	54
Anexo 6. Diseño preeliminar modelo C	55
Anexo 7. Diseño preeliminar modelo D	55
Anexo 8. PIC (microcontrolador)	56
Anexo 9. LCD (liquid Crystal Display)	56
Anexo 10. Esquema de flujo del programa	57
Anexo 11. Conjunto de planos	58
Anexo 12. Diseño preeliminar modelo E. renderizado.	72
Anexo 13. Paper formato IFAC	73

GLOSARIO

ACTUADORES: dispositivos que permiten el movimiento.

BENCHMARKING: método por el cual se realiza una comparación de las necesidades del cliente con respecto a productos existentes en el mercado.

CIZALLA: laminas de metal templado que permite el corte de materiales por medio de un movimiento tipo tijera.

ENCODER: dispositivo que por medio de un disco con ranuras y un emisor de luz, permite tener la medida en pulsos de un movimiento rotacional.

ESTATOR: en el motor, es parte externa del motor. También llamada carcasa.

GALGA: sensor que permite detectar peso, por medio del cambio de la carga eléctrica almacenada entre unas placas entrelazadas.

LCD: abreviatura para Liquid Crystal Display. Es una pantalla de cristal líquido, utilizada para crear una interfaz amigable con el usuario.

LEVA: mecanismo excéntrico que permite el movimiento translacional por medio de una rotación.

PAP: motor Paso A Paso. Describe una rotación dependiente de los pulsos de entrada al motor.

PIC: Programming Integrated Controller. Controlador integrado programable. Es un chip encargado de realizar las operaciones disponibles de la maquina.

SOLENOIDE: pistón eléctrico. Basa su funcionamiento en la teoría de campo magnético generado por espiras.

TORQUE: En mecánica newtoniana, se denomina torque, a la magnitud que viene dada por el producto vectorial de una fuerza por un vector director. Más concretamente si llamamos F a una fuerza, aplicada en un punto A , su momento respecto a otro punto B

RESUMEN

En el proceso del análisis de la problemática de ciertos sectores de nuestra industria nos encontramos con el gremio de los joyeros, los cuales en sus empresas utilizan métodos artesanales de elaboración de joyas.

Como ya mencionamos anteriormente los procesos de joyería son todavía rudimentarios y artesanales, gracias a este tipo de arte los productos de joyería de nuestro país son apetecidos en muchos sectores del mercado nacional y el internacional, obligando así al empresario a generar mas elaboración a gran escala.

Al analizar ciertos procesos vinculados a estos procesos se identifico como era realizado el corte de los hilos de plata, materia prima fundamentas para la elaboración de aretes; con base a ese problema de corte se puso a prueba el diseño de la maquina cortadora de hilos de plata para facilitar el proceso en masa de la construcción de aretes, facilitando al empleado el corte y optimizándolo, haciendo posible que la mano de obra se enfoque mas a la parte del ensamble del arete y no al corte del hilo de plata.

En el siguiente documento se explicara detenediamente cada uno de los pasos que se siguieron para la construcción de la CutSilver 07(nombre de la maquina cortadora de hilo de plata), pasando por la problemática de los sistemas de corte y enderezamiento de los hilos de plata y toma de decisiones en el diseño detallado de la misma, manejo de esfuerzos, censado de señal y cada una de las partes de la maquina, las cuales implican software, sensores, planos de construcción, motores, diagramas circuitales y sistemas de control.

INTRODUCCIÓN

Observando el gremio de la joyería se ha podido apreciar que es un proceso artesanal y manual en el cual las personas se desenvuelven libremente. El proceso de la creación de joyería es complejo ya que los procesos son mas que todo manuales, sin embargo debido a la problemática de la rapidez de producción de partes de joyería se pudo apreciar que se podrían automatizar ciertos procesos en los cuales una maquina automática puede superar en tiempo y precisión a una persona, ya que la maquina puede trabajar incansablemente sin perder la precisión; como por ejemplo el corte del hilo de plata. Este es un proceso que una persona puede desarrollar en un tiempo determinado; una vez cumplido el tiempo de tolerancia manual, el proceso genera molestias a la persona que desempeña esta tarea, presentando así un corte poco preciso.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del mundo de la joyería, existe el campo del corte de hilos de plata, el cual es trabajado por una persona artesanalmente. Este es un proceso engorroso ya que la persona tiene que medir la longitud deseada con un metro y marcar esta longitud en una madera como guía; para después cortar estos alambres con unas tijeras, presentando así agotamiento manual y mental, de tal forma que después de un cierto tiempo no rendiría igual que cuando comenzó. Esto es solo si nos vamos a que la persona se canse; la otra problemática es que la persona se enferma y para la producción. Es por eso que se ha decidido incursionar este mundo por medio de la automatización de este proceso y realizar el diseño y el control de una maquina que facilite esta tarea.

2. MARCO TEORICO

Después de muchas investigaciones sobre el tema a tratar, se ha podido apreciar que el marco tecnológico en el que se encuentra la fabricación de joyería esta poco desarrollado, ya que como se había dicho antes; es un proceso artesanal y por lo tanto la mano del hombre es bastante utilizada. Sin embargo se pueden ver algunas tecnologías en el campo de la joyería, como por ejemplo, la fundición de la plata. Sin desviarnos tanto del tema, el corte de los hilos de plata es un proceso el cual se ha desarrollado tecnológicamente en países como Italia; en donde fabrican maquinas capaces de cortar hilos de plata de cualquier diámetro y a cualquier longitud. Lo que se pretende fomentar con este proyecto es la construcción de nueva tecnología Colombiana, capaz de competir con las maquinas extranjeras. Uno de los problemas de estas maquinas es que son grandes y caras; no tienen repuestos de fácil consecución nacional y por lo tanto realizar un pedido de una pieza seria también un proceso costoso. Al realizar este proceso, se propone solucionar estos problemas y por medio de estas soluciones, facilitar el proceso y aumentar la producción de la empresa.

3. ANTECEDENTES

Como se ha podido apreciar hasta ahora; a nivel local no hay maquinas capaces de solucionar el problema, este es un proceso manual y la producción del corte de hilos se ve afectada por el cansancio manual que esto implica; además de las incapacidades. Cuando esto sucede, lo que se hace para solucionar estos problemas es que se contrata a otra persona en capacidad de realizar el mismo trabajo que la persona en cuestión. Esto implica otro salario, además de la inexperiencia de la nueva persona; lo que conlleva a una producción menos lucrativa.

A nivel nacional tampoco se presenta una solución mas adecuada que la anterior; ya que como ya se había mencionado anteriormente, las maquinas cortadoras de hilos de plata solo se encuentran en Italia, la cual genera esta tecnología para países que puedan pagarla; pero no muestra una solución efectiva en países en donde no se pueda acceder a la solución.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Como objetivo general se desea presentar el diseño y el control de una maquina cortadora de hilos de plata, capaz de satisfacer las necesidades del cliente.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar la fase de planeación del producto.
- Presentar el diseño y el control de una maquina cortadora de hilos de plata.
- Identificar los requerimientos y las necesidades del cliente.
- Poder manejar herramientas computacionales de ayuda en el diseño, y al proceso de desarrollo.
- Encontrar por medio de la generación de conceptos, las posibles soluciones al problema a desarrollar.
- Encontrar por medio de la selección de conceptos, el concepto que mejor cumpla con las necesidades del cliente y del diseñador.

5. JUSTIFICACION

Es muy importante realizar el diseño de un producto llevando una estructura organizada para que todos los datos que se tomen queden consignados en un documento o archivo, ya que en un futuro este documento servirá como base para las personas que deseen realizar reformas en el diseño y/o el control de la maquina. Por medio del diseño de la maquina se pretende dar solución a la producción de la empresa con el fin de facilitar el trabajo de la persona que lo realiza, además de generar nuevos empleos. Al generar unos cuantos empleos más, se ayuda con la problemática del desempleo que se ve cada vez más en este país. Otro de los beneficios de la realización de este proyecto va enfocado en las masas de joyeros, los cuales podría obtener un mayor rendimiento en la producción y de esta forma poder contratar personas que den abasto a esta.

6. METODOLOGÍA

6.1. DESARROLLO CONCEPTUAL

6.1.1. Planteamiento del problema.

Descripción del producto:

- Maquina semi-automática, para el corte de hilos de plata.

Principales objetivos del marketing:

- Introducción para el último bimestre del 2006.
- Incrementar la producción para generar mas ventas

Mercado primario:

- Microempresas.

Mercado secundario:

- Empresas productoras de joyería.

Premisas y restricciones:

- Maquina semi-automática
- Maquina de fácil manejo y mantenimiento
- La maquina no debe ser muy grande

Partes implicadas:

- Compradores y usuarios
- Centro de servicio.
- Personal de producción.
- Distribuidores y vendedores
- Personal de mantenimiento.

6.1.2. Tabla de necesidades. Para realizar la tabla de necesidades se fue directamente donde el cliente para saber sus necesidades y lo que buscaba en una maquina. Se le asignaron unos valores de importancia a cada necesidad de 1-5.

Tabla 1. Identificación e importancia de las necesidades.

#	Necesidad	imp.
1	Debe ser una maquina económica, comparada con las existentes en el mercado.	4
2	La maquina es de fácil manejo	4
3	La maquina es rápida.	3
4	La maquina es precisa	5
5	La maquina es pequeña	4
6	La maquina es liviana	4
7	La maquina es de fácil mantenimiento	3
8	La maquina debe tener un sistema de medición de longitud	5
9	La máquina consume poca potencia.	4
10	La máquina posee una interfaz para la comunicación con el usuario.	5
11	La maquina debe presentar un sistema de alarmas	4
12	La maquina debe tener un recolector de los hilos cortados	4
13	La maquina debe tener un conteo de los hilos cortados	5
14	La maquina debe cumplir con normas de seguridad	5
16	La maquina debe tener un mando automático y manual	5
17	La maquina no debe producir mucho ruido	3
18	La maquina debe ser robusta	4
19	La maquina debe tener repuestos de fácil consecución nacional.	4
20	La maquina es alimentada a la red eléctrica de la empresa	4

6.1.3. Tabla de medidas. En esta tabla se podrá observar la asignación de unidades que se le dio a cada una de las necesidades descritas por el cliente, para poder comenzar con el diseño de la máquina. Al realizar esta tabla se podrá proceder a dar valores a cada una de las necesidades.

Tabla 2. Medidas de las necesidades, importancia y sus unidades.

# medida	# nec.	Medida	Imp.	Unidad
1	17	Ruido de la máquina	3	dB.
2	5,6	Peso neto	4	Kg.
3	9	potencia requerida	4	Watts.
4	3,4	Velocidad de corte	4	Unidades/s
5	5,6	Dimensiones de la máquina	4	mm.
6	10	Interfaz con el usuario	5	lista
7	11,14,17	Sistemas de seguridad	4	bin
8	4	Precisión al cortar.	5	mm.
9	1,19	Bajo costo.	4	\$
10	7	Mantenimiento programado	3	Horas.
11	13	Registro de corte	5	bin
12	18	Robustez.	4	Lista 2
13	20	Tensión de alimentación.	4	voltios
14	8	Medición de longitud	5	mm

TABLA DE NECESIDADES Vs. METRICAS

Tabla 3. Tabla de necesidades Vs. Métricas

#	Necesidad	Imp.	métricas													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			bajo costo	velocidad de corte	precisión al cortar	peso neto	dimensión de la maquina	mantenimiento programado	medición de longitud	potencia requerida	interfaz con el usuario	sistemas de seguridad	registro de corte	robustez	tensión de alimentación	ruido de la maquina
1	Debe ser una maquina económica, comparada con las existentes en el mercado.	4	X													
2	La maquina es de fácil manejo	4												X		
3	La maquina es rápida.	3		X												
4	La maquina es precisa	5		X	X											
5	La maquina es pequeña	4				X	X									
6	La maquina es liviana	4				X	X									
7	La maquina es de fácil mantenimiento	3						X								
8	La maquina debe tener un sistema de medición de longitud	5							X							
9	La máquina consume poca potencia.	4								X						
10	La máquina posee una interfaz para la comunicación con el usuario.	5									X					
11	La maquina debe presentar un sistema de alarmas	4										X				
12	La maquina debe tener un recolector de los hilos cortados	4											X			
13	La maquina debe tener un conteo de los hilos cortados	5											X			
14	La maquina debe cumplir con normas de seguridad	5										X				
16	La maquina debe tener un mando automático y manual	5												X		
17	La maquina no debe producir mucho ruido	3										X				X
18	La maquina debe ser robusta	4												X		
19	La maquina debe tener repuestos de fácil consecución nacional.	4	X													
20	La maquina es alimentada a la red eléctrica de la empresa	4													X	

6.1.4. Evaluación de la satisfacción de las necesidades en productos competidores (benchmarking). El benchmarking es esencial para la evaluación de las necesidades en otros productos de la competencia, existentes en el mercado. En esta tabla se puede ver de una forma generalizada, la evaluación de las necesidades en los productos competidores para saber cual de todos ellos cumple de una manera más acorde con las necesidades del cliente.

Tabla 4. Medida de las necesidades en la competencia (Benchmarking).

				CYA - 100	CAW - 220	WSC 05
		de 1 cumple a 5 no cumple				
med	# nec.	Medida	Imp.			
1	17	Ruido de la máquina	3	...	...	...
2	5,6	Peso neto	4	....	..	.....
3	9	potencia requerida	4	..	...	....
4	3,4	Velocidad de corte	4	...	...	...
5	5,6	Dimensiones de la máquina	4	....	.	....
6	10	Interfaz con el usuario	5	...	...	....
7	11,14,17	Sistemas de seguridad	4	...	...	...
8	4	Precisión al cortar.	5	...	..	....
9	1,19	Bajo costo.	4	....	....	....
11	7	Mantenimiento programado	3	...	...	...
12	13	Registro de corte	5	....	.....	.....
13	18	Robustez.	4	...	...	...
14	20	Tensión de alimentación.	4	..	..	..
15	8	medición de longitud	5	....	.	.....

EVALUACION DE LAS NECESIDADES EN PRODUCTOS COMPETIDORES.

A partir de esta tabla, se evalúan las necesidades en los productos existentes en el mercado por medio de las métricas de las medidas de las necesidades.

Tabla 5. Evaluación de necesidades en la competencia.

# med	# nec.	Medida	Imp.	unidad	CYA - 100	CAW - 220	WSC 05
1	17	Ruido de la máquina	3	dB.	NA	NA	NA
2	5,6	Peso neto	4	Kg.	130	36	400
3	9	potencia requerida	4	Watts.	1/2	NA	2
4	3,4	Velocidad de corte	4	Unid/s	NA	NA	NA
5	5,6	Dimensiones de la máquina	4	mm.	1016 x 508 x 762	450 x 450 x 360	1200 x 1400 x 700
6	10	Interfaz con el usuario	5	lista	botones	botones	llaves
7	11,14,17	Sistemas de seguridad	4	bin	SI	SI	SI
8	4	Precisión al cortar.	5	mm.	0,1	ajustable	NA
9	1,19	Bajo costo.	4	\$	NA	NA	NA
11	7	Mantenimiento programado	3	Horas.	NA	NA	NA
12	13	Registro de corte	5	bin	No	No	No
13	18	Robustez.	4	Lista 2	NA	NA	NA
14	20	Tensión de alimentación.	4	voltios	AC 110V	AC 110V / 220V	AC 110V
15	8	medición de longitud	5	mm.	10	0,1	25

Como se puede observar en la tabla de benchmarking a partir de las métricas, la maquina es competente en ciertas medidas con las maquinas del mercado en cuanto a comunicación con el usuario y tamaño, ademas de otras parámetros de evaluación.

6.1.5. Especificaciones preeliminares. En la siguiente tabla se vera las especificaciones que se esperan cumplir al terminar el diseño del sistema, pero estas pueden ser modificadas si se encuentra algún problema durante el transcurso del tiempo.

Tabla 6. Especificaciones preeliminares de la maquina.

#	Medida	unidades	Valores
1	Ruido de la máquina	dB.	<90
2	Peso neto	Kg.	10-100
3	cantidad de potencia requerida	Watts.	1000-1500
4	Velocidad de corte	Unidades/h.	4500 – 4800
5	Dimensiones de la máquina	mm.	<700x500x500
6	Interfaz con el usuario	Binario.	SI
7	Sistemas de seguridad	Binario.	SI
8	Precisión al cortar los alambres de plata	%	100%
9	Precio	\$	<=1000000
10	Registro de medida del producto cortado	binario	SI
11	Mantenimiento programado.	Horas.	<2800
12	Registro de producto cortado	Binario.	SI
13	Robustez.	Lista	Estándar NEMA
14	Tensión de alimentación.	voltios	110 VAC
15	Medición de longitud	mm	1

6.2 GENERACION DE CONCEPTOS

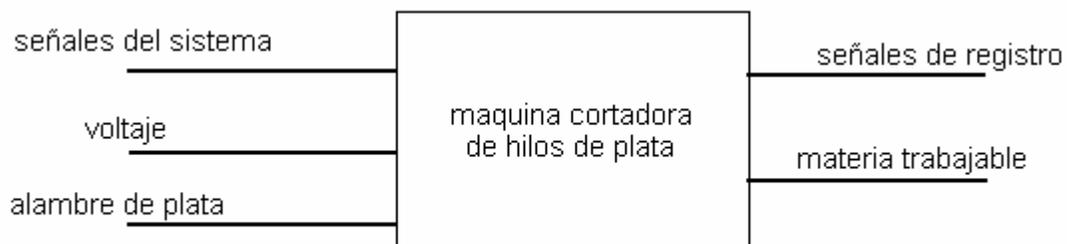
6.2.1. Análisis del flujo, material y señales del sistema. En la siguiente caja se mostraran las entradas y salidas del sistema en nuestro caso la maquina cortadora de hilos de plata, esto nos sirve para comenzar a descomponer el sistema en subproblemas.

Este procedimiento es importante para saber que variables serán las que tengan entrada en la maquina y serán relevantes en el proceso. Por medio de este procedimiento se procede luego a saber cuales serán las variables de salida, o sea lo que se obtenga de la maquina. Este es un método común de la ingeniería, para comenzar con la resolución de un problema deseado.

Caja negra:

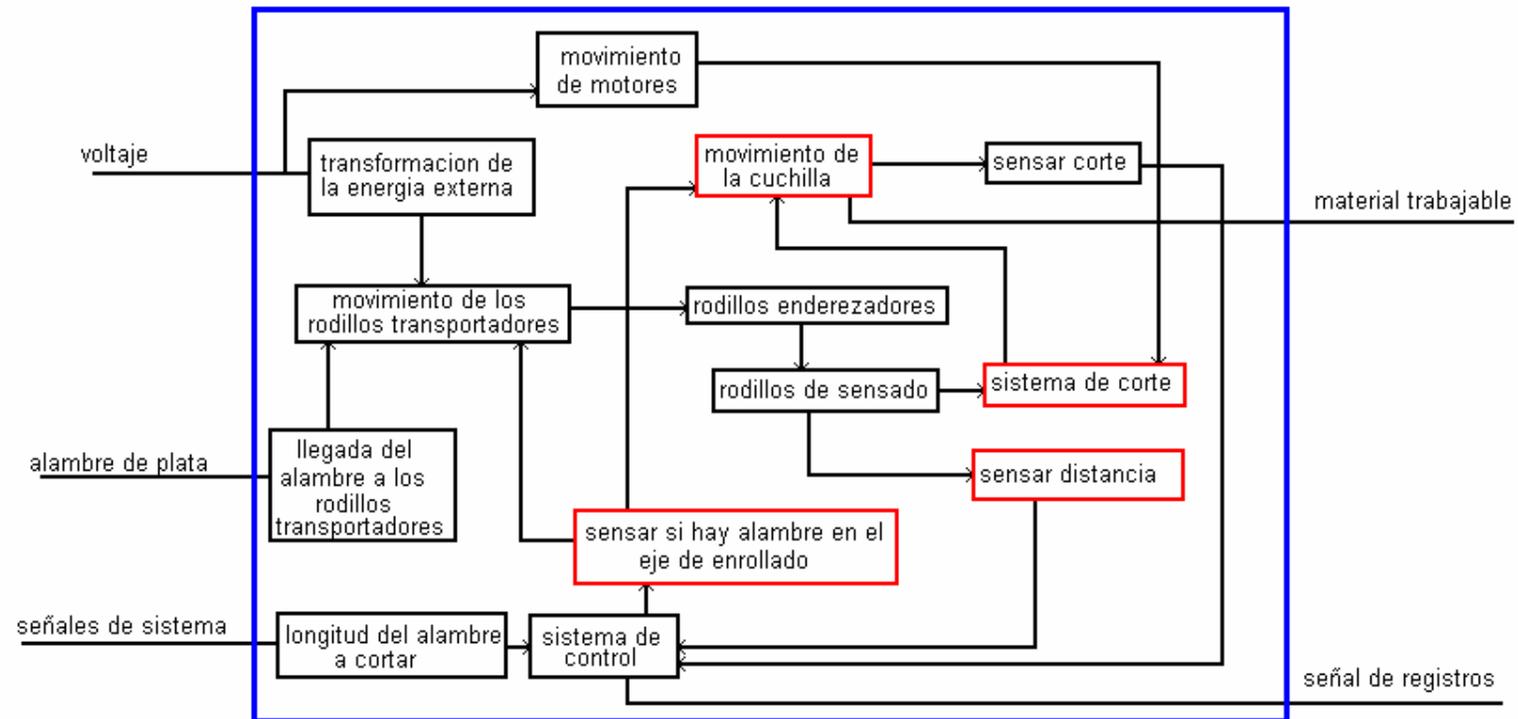
En el grafico 1, se puede apreciar la maquina cortadora de hilos de plata, la cual tiene como entradas las señales del sistema (encoger, sensores, etc.), el voltaje y lo principal, el alambre de plata. A su salida obtenemos el material ya procesado como es el alambre cortado, y las señales de funcionamiento de la maquina, como la sensada del corte.

Grafica 1. Sistema de entradas y salidas al sistema: “caja negra”



6.2.2. Descomposición funcional.

Grafica 2. Descomposición funcional de la maquina.



6.2.3. Búsqueda interna y externa. Una vez escogidos los subproblemas mas críticos en la descomposición funcional, se generan ideas sobre como solucionar estos por medio de la búsqueda interna y externa.

❖ **Censar distancia:**

- Por medio de los rodillos transportadores, con un encoder absoluto.
- En la salida de los pines, una placa la cual se puede variar la distancia.
- En los rodillos enderezadores, por medio de un encoder absoluto.
- Unos pequeños rodillos después de los rodillos enderezadores, adosados a un encoder absoluto.

❖ **Sistema de corte:**

- Una cuchilla rectangular en su base y más angosta en la parte de corte, que se desplaza de abajo a arriba.
- Una cuchilla que se desplaza de arriba a abajo, ayudada por unos resortes.
- Una cuchilla con un grado de inclinación desde un extremo a otro.
- Una cuchilla con un movimiento horizontal.
- Un sistema basado en una pequeña cizalla.

❖ **Movimiento de la cuchilla:**

- Motores:
 - PAP
 - DC
 - AC
 - Servomotores
- Pistones:
 - Neumáticos
 - Hidráulicos
 - Solenoides
 - Levas.

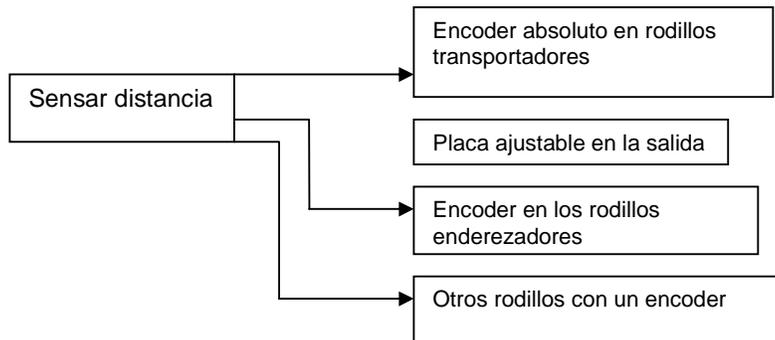
❖ **Sensar si hay alambre en el eje:**

- Sensores de switch
- Sensores infrarrojos
- Sensores de peso (galgas).

6.2.4. Árbol de clasificación de conceptos. Una vez se haya terminado con la formulación de ideas durante la generación de conceptos, se puede dar lugar a la clasificación de conceptos, que consiste en formar un árbol el cual tiene ramas que representan las posibles soluciones. Al evaluar cada una de las posibles soluciones se pueden ir podando y dejando las más convenientes para el diseño.

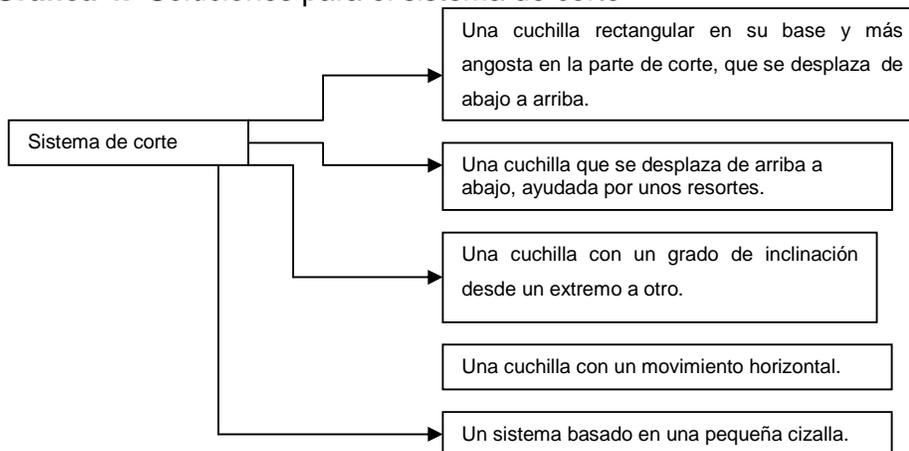
❖ **Sensar distancia:** esta parte es muy importante para el sistema, ya que indica que distancia es la que se va a cortar dependiendo de los datos que el usuario halla introducido previamente a la maquina.

Grafica 3. Soluciones para Censar distancia



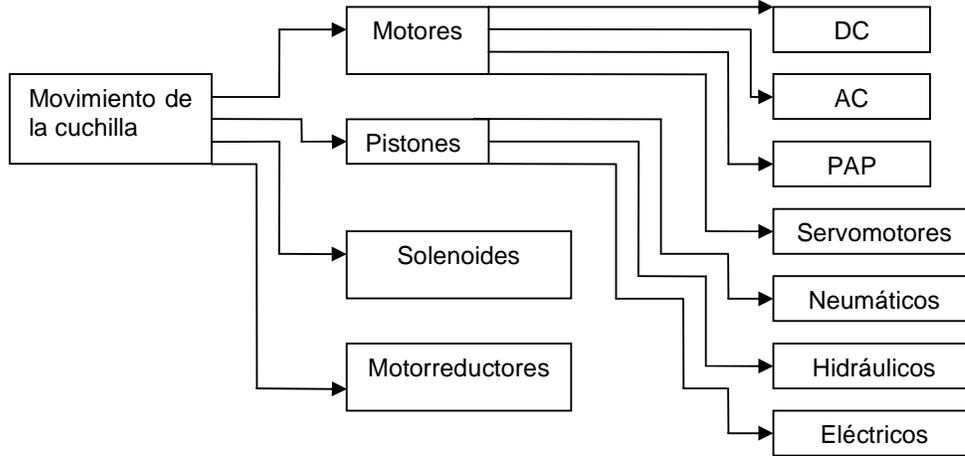
❖ **Sistema de corte:** El sistema de corte es esencial para el proceso de cisallamiento entre los alambres. De este proceso depende el pulimiento del corte del alambre.

Grafica 4. Soluciones para el sistema de corte



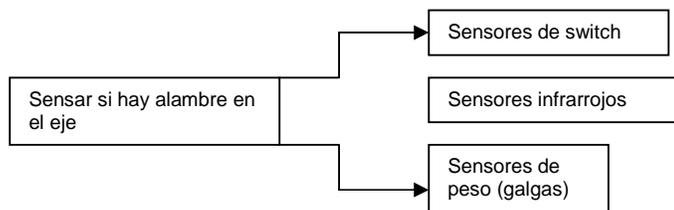
❖ **Movimiento de la cuchilla:** Esta parte del proceso dice que tan productivo es el proceso de corte ya que imprime la velocidad al sistema de corte.

Grafica 5. Soluciones para el movimiento de la cuchilla



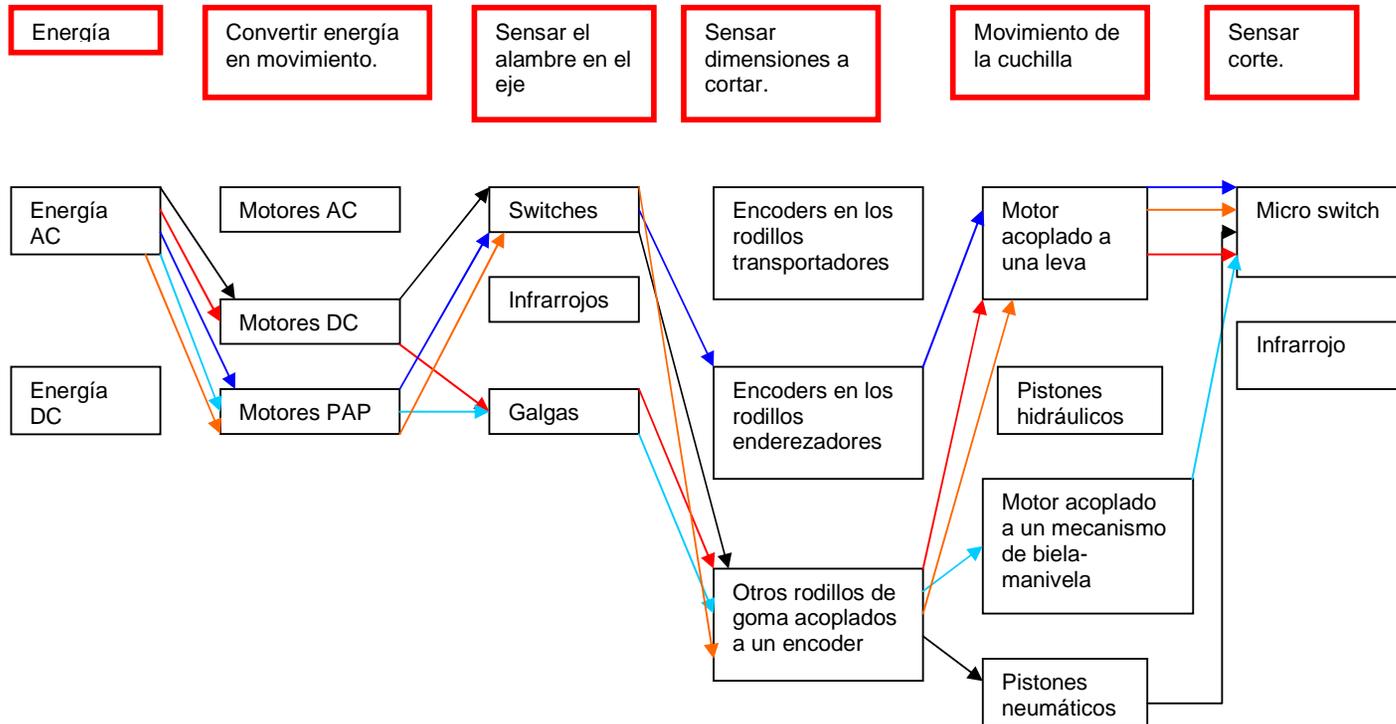
❖ **Sensar si hay alambre en el eje:** Los sensores del eje informan a la maquina si se para o sigue en funcionamiento.

Grafica 6. Soluciones para sensar si hay alambre en el eje



6.2.5. Tabla de combinación de conceptos.

Tabla 7. Combinación de conceptos



En esta tabla se pueden apreciar la cantidad de conceptos que pueden desarrollarse: $2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 4 \times 2 = 432$.
 Son en total 432 combinaciones que pueden desarrollarse. En esta tabla solo se escogieron 5 conceptos a evaluar.
 Ver anexo 4, 5, 6, 7, y 8

6.3. SELECCIÓN DE CONCEPTOS

6.3.1. Selección del criterio de evaluación y el criterio de referencia. Para la selección del criterio de evaluación se tuvo en cuenta:

- Los requerimientos y las especificaciones que se necesitan para realizar la tarea específica, como es el corte del alambre de plata, con el fin de dar solución al problema propuesto.
- En las necesidades del cliente identificadas en las fases anteriores.
- En las necesidades de la empresa.

Criterios de evaluación seleccionados:

- Facilidad de Producción.
- Costo.
- Precisión.
- Registro de cantidad de alambre cortado.
- Dimensiones.
- Interfaz con el usuario.

Selección de criterio de referencia

Para la selección del criterio de referencia se tiene en cuenta los resultados obtenidos en el benchmarking realizado anteriormente de la competencia. Se tomara la cortadora de alambre CAW – 220 como el criterio de referencia debido a que este es el criterio mejor evaluado en el benchmarking y satisface los criterios de evaluación seleccionados.

6.3.2. Ponderación de conceptos.

Tabla 8. Selección del criterio de referencia (ponderación de conceptos)

Criterios de evaluación.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	sum	pond
facilidad de producción	1	0	0	0	0											1	6,66
Costo	0					0	1	1	0							2	13,33
Precisión		1				1				1	1	1				5	33,33
registro de cantidad de producto cortado			1					0		0			0	0		1	6,66
Dimensiones				1				0			0		1		0	2	13,33
interfaz con el usuario					1				1			0		1	1	4	26,66
total:																15	100 (%)

6.3.3. Matriz para el tamizaje de conceptos. Esta matriz permite seleccionar los mejores conceptos según los resultados que se encuentren en ella, para la realización de esta matriz lo que se hace es comparar los conceptos generados, que se eligieron en la combinación de conceptos, contra el modelo de referencia elegido

por el grupo de diseño, basándose en las necesidades mas importantes, para realizar esta matriz se debe tener en cuenta la simbología usada para saber si los conceptos son mejor, igual o peor que el de la referencia, en este caso la maquina CAW - 220.

+: Mas... que...
 0: igual... que...
 -: Menos... que...

Tabla 9. Matriz de tamizaje de conceptos.

Criterios de selección	variantes del diseño					ref.
	A	B	C	D	E	
Facilidad de producción	0	+	+	-	0	0
Costo	0	0	0	+	0	0
Precisión	-	0	+	0	+	0
registro de cantidad de producto cortado	+	+	+	+	+	0
Dimensiones	-	-	-	-	-	0
interfaz con el usuario	+	+	+	+	+	0
Positivos	2	3	4	3	3	
Iguals	2	2	1	1	2	
Negativos	2	1	1	2	1	
total	0	2	3	1	2	
Orden	4	2	1	3	2	
Continua?	no	si	si	no	si	

Como puede apreciarse en la matriz de tamizaje de conceptos, los conceptos con los cuales se puede proseguir son los conceptos con un menor orden total. Estos conceptos son el B, el C y el E.

Matriz para evaluar conceptos: se evalúa de 1 a 5:

Tabla 10. Matriz de evaluación de conceptos

matriz de evaluación de conceptos	%	B		C		E	
		nota	C.P.	nota	C.P.	nota	C.P.
Facilidad de producción	6,66	4	0,266	5	0,333	4	0,266
Costo	13,33	3	0,4	4	0,533	3	0,4
Precisión	33,33	3	1	3	1	4	1,333
registro de cantidad de producto cortado	6,66	4	0,266	4	0,266	4	0,266
Dimensiones	13,33	4	0,533	4	0,533	4	0,533
interfaz con el usuario	26,66	5	1,333	5	1,333	5	1,333
total	100	3,7988		3,9987		4,1321	
Orden	-	3		2		1	
Continua?	-	NO		NO		desarrollar	

Como se puede apreciar en la matriz para evaluar conceptos, el concepto mas recomendable a desarrollar es el concepto E, el cual se caracteriza por su precisión y su facilidad de producción.

7. PRUEBA DE CONCEPTOS

PROPÓSITO DE LA PRUEBA

- Generar ideas que brinden la posibilidad de mejorar el concepto.
- Seleccionar aquellas ideas que satisfagan las exigencias del mercado.
- Observar el comportamiento del mercado tras la introducción de una nueva maquina

SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN A ENCUESTAR

- Pequeñas y medianas empresas del sector artesanal.
- Consumidores.

FORMA DE LA ENCUESTA

- Entrevistas personales.
- Correo electrónico.

COMUNICACIÓN DEL CONCEPTO

Descripción verbal del concepto

- Maquina cortadora de hilos de plata de longitud variable.
- Maquina que lleva el registro de la cantidad de pines producidos.
- Maquina capaz de cortar rápidamente y con corte limpio.
- Maquina liviana, pequeña y fácil de manejar.

Descripción del producto.

La maquina cortadora de hilo de plata consta de varios procesos los cuales ayudaran a dar la solución al problema. Los rodillos transportadores son los que se encargan de sujetar el alambre y transportarlo al interior de la maquina para comenzar el proceso. Una vez el alambre adentro, este es transportado hasta la zona de enderezamientos que consta de unos rodillos enderezadores, que hacen que el alambre salga recto. Después de que el alambre ha sido enderezado, es pasado por un sistema basado en dos rodillos que se encargan de sensar la distancia recorrida del alambre a cortar. De este sistema de sensado, se llega hasta el sistema de corte que es donde una cizalla se encargara del proceso de corte por medio de una leva acoplada a un motor que es el que da el movimiento para producir el corte.

8. DISEÑO DETALLADO

Selección de actuadores:

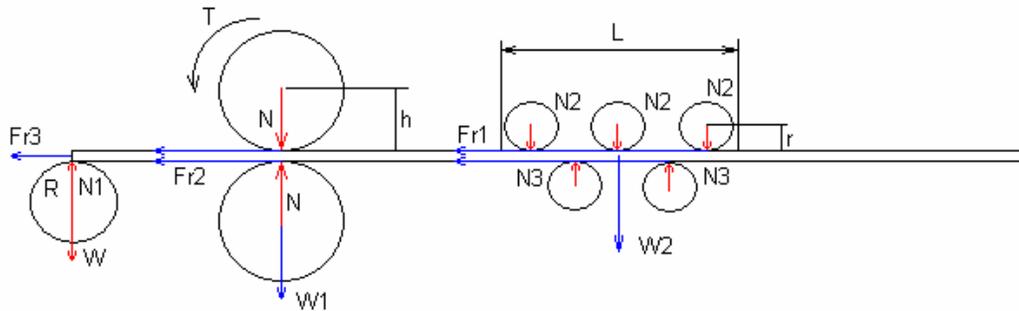
La selección de actuadores se divide en dos partes: la introducción del alambre a la maquina y el sistema de corte.

Para la introducción del alambre, se tuvo la necesidad de crear dos rodillos con recubrimiento de goma, para generar sobre el alambre, la fuerza de fricción necesaria para su traslación. Esta parte de la maquina estará controlada por un motor paso a paso, capaz de generar el torque suficiente para arrastrar el alambre por los rodillos aplanadores, además de arrastrar el eje del alambre.

Calculo teórico del torque del sistema para selección de motor:

Para la introducción del hilo de plata al sistema, se escogió utilizar un motor DC, debido su fácil funcionalidad y manejo.

Grafica 7. Fuerzas que actúan en el sistema de ejes.



Se hacen el cálculo del torque para todo y cada uno de los subsistemas:

Primer sistema: eje de alambres:

Grafica 8. Fuerzas sobre el eje de alambres

$$\sum Fy = 0$$

$$N1 = W$$

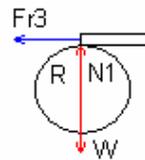
$$W = mg$$

$$N1 = mg$$

$$R * Fr3 = T1$$

$$Fr3 = \mu_{Te} mg$$

$$T1 = R\mu_{Te} mg$$



donde R es el radio del eje del alambre, μ_{Te} es el coeficiente de fricción entre el teflón y la base del rodillo, y mg es el peso del cilindro.

Segundo sistema: rodillos transportadores:

Grafica 9. Fuerzas sobre los rodillos transportadores

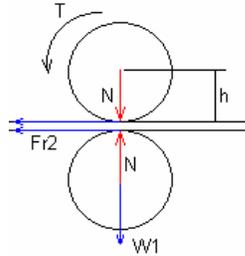
$$T = h * Fr_2 - Tm;$$

$$Fr_2 = \mu_{kCAg} N;$$

$$N = m_{Ag};$$

$$Fr_2 = \mu_{kCAg} m_{Ag};$$

$$T = h * \mu_{kCAg} m_{Ag} - Tm$$



Tercer sistema: rodillos aplanadores:

El sistema se puede considerar como dos rodillos de diferentes masas que soportaran al alambre de plata por lo tanto se puede hacer la siguiente analogía:

$$3N_2 - 2N_3 = 0;$$

$$3N_2 = 2N_3$$

$$\frac{3}{2}N_2 = N_3;$$

Grafica 10. Fuerzas sobre los rodillos enderezadores

Si el torque es $T = Fr * r$, entonces:

$$Fr = \mu_k N;$$

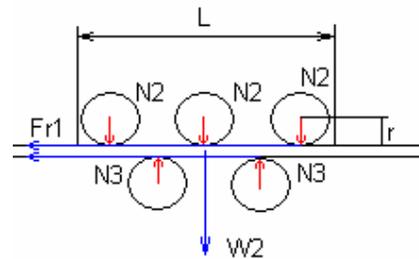
$$Fr_2 = \frac{2}{3} Fr_3;$$

$$Frt = Fr_2 + Fr_3;$$

$$Frt = \frac{5}{3} Fr_3$$

$$T_2 = Frt * r$$

$$T_2 = \frac{5}{6} \mu_{kTAg} m_{Ag} g * r$$



El torque que debe generar el motor para vencer estos torques anteriores es:

$Tm = R\mu_{Te} m_C g + h\mu_{kCAg} m_{Ag} g + \frac{5}{6} \mu_{kTAg} m_{Ag} g * r$, teniendo en cuenta que la fricción del teflón con respecto a la plata es de 0.04, y del caucho con respecto a la plata es de 0.5.

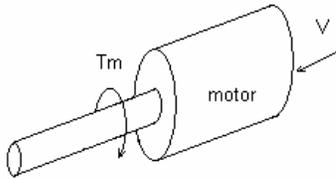
El sistema de corte fue diseñado para que, por medio de una leva y un motor, se creara un movimiento vertical para la cizalla, de tal forma que corte los hilos de plata de una manera limpia, es decir, que no queden puntas después del corte. El

actuador que se va a implementar es un motor DC, con la fuerza suficiente para mover la cuchilla por medio de la leva.

Cálculos teóricos del motor de la cuchilla:

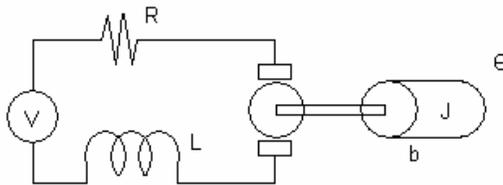
El motor, como se muestra en la grafica, tiene una entrada de voltaje, y una salida de rotación, que es la que va acoplada a la leva para transmitir el T_m .

Grafica 11. Motor, entrada de voltaje y salida de torque



Para obtener el comportamiento del motor es necesario tener en cuenta las partes internas del motor.

Grafica 12. Sistema dinámico del motor



El estator tiene como entrada un voltaje V , una resistencia R y una bobina L . El rotor tiene una fricción b e inercia J , obteniendo así una salida de θ .

La ecuación de la malla es entonces:

$$V = Ri + L \frac{\partial i}{\partial t} + V_{cem}$$

Donde V_{cem} es el voltaje contra electro motriz generado por la inercia del rotor. Esta ecuación se puede analizar de la siguiente forma:

$$V = Ri + L \frac{\partial i}{\partial t} + Ke \dot{\theta}$$

La ecuación del motor donde esta contenida la inercia J del motor es:

$$J \ddot{\theta} + b \dot{\theta} = \tau_m = Kt i$$

Para sacar la función de transferencia, utilizamos la función de Laplace:

$$V(s) = RI(s) + LSI(s) + KeS\theta(s)$$

$$V(s) = (R + LS)I(s) + KvS\theta(s)$$

$$JS^2\theta(s) + bS\theta(s) = KtI(s)$$

$$V(s) = (R + LS)\left(\frac{JS^2 + bS}{Kt}\right)\theta(s) + KeS\theta(s)$$

$$V(s) = \left(\frac{(R + LS)(JS^2 + bS)}{Kt}\right)\theta(s) + KeS\theta(s)$$

$$V(s) = \left(\frac{(R + LS)(JS^2 + bS)}{Kt} + KeS\right)\theta(s)$$

La función anterior se puede transformar a una ecuación de ángulo que dependa de la entrada del voltaje:

$$\theta(s) = \frac{Kt}{(R + LS)(JS^2 + bS) + KtKeS}V(s)$$

Donde Ke y Kt son constantes dadas por el fabricante del motor, b es la fricción que tiene el motor, J es la inercia del motor, R es la resistencia interna, y L es la inductancia.

Control del motor DC:

La función de transferencia anterior es la función de transferencia en lazo abierto.

$$G_{(s)} = \frac{Kt}{(R + LS)(JS^2 + bS) + KtKeS}$$

El controlador que se propone es un controlador PI (proporcional integral):

$$K_{(s)} = K\left(1 + \frac{1}{TiS}\right)$$

Ahora se multiplica la función de transferencia del motor por el controlador escogido:

$$H_{(s)} = \frac{Kt}{(R + LS)(JS^2 + bS) + KtKeS} * K \left(\frac{TiS + 1}{TiS} \right)$$

$$H_{(s)} = \frac{Kt * (KTiS + K)}{TiS((R + LS)(JS^2 + bS) + KtKeS)}$$

Ahora que ya se tiene el controlador multiplicado por la función de transferencia, se procede a transformar esta ecuación a lazo cerrado.

$$F_{(s)} = \frac{H_{(s)}}{1 + H_{(s)}}, \text{ donde } H(s) \text{ es la función de transferencia del motor.}$$

$$F_{(s)} = \frac{\frac{Kt(KTiS + K)}{TiS((R + LS)(JS^2 + bS) + KtKeS)}}{1 + \frac{Kt(KTiS + K)}{TiS((R + LS)(JS^2 + bS) + KtKeS)}}$$

$$F_{(s)} = \frac{Kt(KTiS + K)}{TiS((R + LS)(JS^2 + bS) + KtKeS) + Kt(KTiS + K)}$$

Ahora que ya se tiene la ecuación del controlador multiplicado con la función de transferencia del motor y convertida a lazo cerrado. Se procede a igualarlo con la función que se desea para controlar.

Parámetros escogidos para la función de igualación.

$$C_{(s)} = \frac{\omega_n^2}{S^2 + 2\xi\omega_n S + \omega_n^2}$$

$$\sigma = \xi\omega_n;$$

$$\omega = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2};$$

$$\omega_n = \sqrt{\sigma^2 + \omega^2}$$

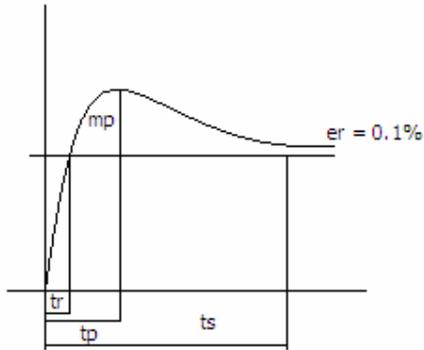
$$tr = \frac{1.8}{\omega_n}$$

$$tp = \frac{\pi}{\omega}$$

$$mp = 1 - \frac{\xi}{0.6}$$

$$ts = \frac{6.90}{\xi\omega_n}$$

Grafica13. Grafica del comportamiento deseado



$$\begin{aligned}\omega_n &= 18 \\ \omega &= 12.56 \\ \xi &= 0.514 \\ \sigma &= 9.25\end{aligned}$$

Por lo tanto $C(s)$ seria:

$C_{(s)} = \frac{324}{S^2 + 18.5S + 324}$; esta seria la función deseada a la cual se va a igualar la función anterior.

$$\frac{Kt(KTiS + K)}{TiS((R + LS)(JS^2 + bS) + KtKeS) + Kt(KTiS + K)} = \frac{324}{S^2 + 18.5S + 324}$$

Obteniendo así los resultados para las constantes del controlador PI:

$$\begin{aligned}K &= \frac{324RJ + 324Lb}{Kt} \\ Ti &= \frac{RJ + Lb}{Rb + KtKe - 18.5RJ - 18.5Lb}\end{aligned}$$

Estas serian las constantes. Ahora se reemplazan en la formula del PI, sabiendo que:

$$\begin{aligned}K &= Kp \\ \frac{K}{Ti} &= KI\end{aligned}$$

$$K_p = \frac{324RJ + 324Lb}{K_t}$$

$$K_i = \frac{324(JbR^2 + JRK_tK_e - 18.5R^2J^2 - 18.5JRbL + RLb^2 + LbK_tK_e - 18.5LbRJ - 18.5L^2b^2)}{K_tRJ + K_tLb}$$

Ahora teniendo estos dos parámetros se puede realizar el controlador para el motor. Nótese que estos parámetros dependen únicamente de los parámetros del motor.

Circuito con amplificadores operacionales como controlador PI:

En el anexo 3 se puede ver claramente el diagrama del controlador, donde se puede apreciar que la parte proporcional del controlador PI viene dada por:

$$K_P = \frac{R_f}{R_i}$$

$$T_i = R_1 C$$

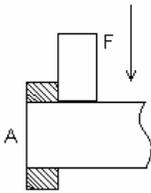
Estas dos expresiones nos ayudaran a realizar el control del motor. Para la parte proporcional, se escoge una resistencia ya sea R_f o R_i , y se despeja la otra incógnita.

En la parte integral, se escoge un condensador, y se despeja la resistencia.

Calculo de la fuerza necesaria para el corte:

La fuerza necesaria para producir el corte se puede apreciar como el esfuerzo generado sobre el material, multiplicado por el área efectiva del alambre, que sería el área circular del mismo.

Grafica 14. Sistema de corte: fuerza que actúa sobre el alambre de plata



$$\tau = \frac{F}{A}$$

$$A \tau = F \quad \text{donde } F \text{ es la fuerza necesaria para producir el corte del material.}$$

$$A = \pi r^2$$

$$\pi r^2 \tau = F$$

La fuerza F que se obtiene del motor es el mismo torque, así que el torque del motor es:

$$T = f * r$$

Esta fuerza f es la fuerza generada por el motor, y r es variable debido a la geometría de la leva. Para obtener el menor torque se debe obtener la menor distancia elíptica, que en este caso sería la distancia con la cual la leva mueve la cuchilla.

La formula total sería:

$$\pi r_a^2 \tau = T;$$

$$T = f * r_{leva}$$

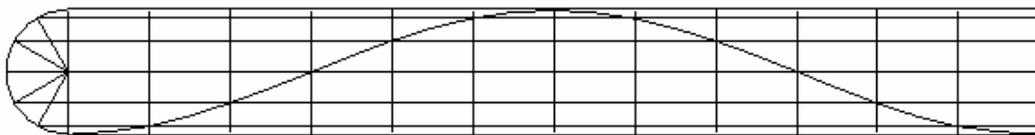
$$\frac{\pi r_a^2 \tau}{r_{leva}} = f$$

En donde f es la fuerza necesaria del motor para cortar el alambre de plata.

Diseño de la leva:

Para transmitir el movimiento desde el motor hasta la cuchilla, se tuvo en cuenta el desplazamiento que debe tener la cuchilla para cortar los alambres, sabiendo que la cuchilla tiene un ángulo que hace que la cuchilla corte un alambre a la vez, para reducir así el esfuerzo hecho sobre el material de la cuchilla.

Grafica 15. Diseño de la excentricidad de la leva



En esta imagen se muestra la medida de la leva la cual hace que tenga un desplazamiento de 7mm. Por medio del movimiento del motor, transmitido hacia la leva, se producirá el corte de los alambres.

Selección de sensores:

Este diseño contiene tres sensores que indicaran si hay alambre en la maquina, el desplazamiento del alambre y si el corte fue realizado.

Sensor de la cuchilla:

El sensor de la cuchilla es un conmutador de dos posiciones que con muelle de retorno que regrese a la posición inicial una vez activado, y una pequeña palanca de tamaño variable según el caso. Este sensor estará acoplado en una pequeña ranura en la base de la placa anterior a la cuchilla, y cuando esta realice su movimiento de corte, el sensor se accionara dando a entender al pic que el corte fue realizado. (ver anexo A)

Funcionamiento: En estado de reposo la terminación común (C) y la de reposo (R) están en contacto permanente hasta que la presión aplicada a la palanca del conmutador hace saltar la pequeña platina acerada interior y entonces el contacto pasa de la posición de reposo a la de activo (A), se puede escuchar cuando el conmutador cambia de estado, porque se oye un pequeño clic, esto sucede casi al final del recorrido de la palanca. **Ver anexo 1.**

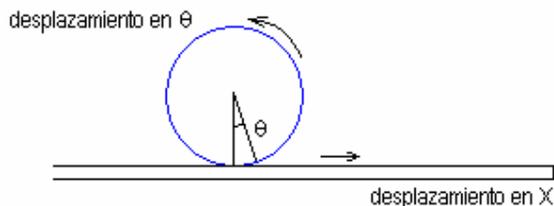
Sensor de giro:

El sensor escogido para sensar el desplazamiento es un encoder incremental, necesario para saber que tanta cantidad de alambre se ha desplazado hasta la cuchilla para que sea cortado. El encoger incremental es necesario ya que brinda el incremento de la posición, necesario para saber que cantidad de alambre se va a cortar.

Funcionamiento: cuando el sistema comienza a funcionar el emisor de luz empieza a emitir; a medida que el eje vaya girando, se producirán una serie de pulsos de luz en el receptor, correspondientes a la luz que atraviesa las rendijillas entre las marcas. Llevando una cuenta de esos pulsos es posible conocer la posición del eje.

Calculo de desplazamiento:

Grafica 16. Conversión de movimiento rotacional a movimiento lineal



Para desplazamientos pequeños se tiene que:

$r * \theta = X$, y para desplazamientos grandes es: $r * \text{sen} \theta = X$. Para un motor paso a paso de 360 pasos, cada paso equivale a 1.8° de giro.

Planos de la maquina:

Se puede apreciar que en el plano electrónico encontramos un PIC de referencia 16f877, el cual se encarga de tener un control sobre el LCD, además de los motores. El PIC se encargara de administrar el alambre a la maquina por medio de un motor PAP y cortarlo por medio de una cuchilla. Llevara un control que avisara cuando la maquina tiene una falla.

También se puede apreciar que se diseño una fuente la cual se encargara de administrar el voltaje de 5VDC hacia el controlador. Ver anexo 2

PIC

El microcontrolador PIC16F877 de Microchip pertenece a una gran familia de microcontroladores de 8 bits (bus de datos) que tienen las siguientes características generales que los distinguen de otras familias:

- Arquitectura Harvard
- Tecnología RISC
- Tecnología CMOS

Estas características se conjugan para lograr un dispositivo altamente eficiente en el uso de la memoria de datos y programa y por lo tanto en la velocidad de ejecución.

Características generales del PIC16F877

La siguiente es una lista de las características que tiene el PIC16F877

- CPU RISC
- Sólo 35 instrucciones que aprender
- Todas las instrucciones se ejecutan en un ciclo de reloj, excepto los saltos que requieren dos
- Frecuencia de operación de 0 a 20 MHz (DC a 200 nseg de ciclo de instrucción)
- Hasta 8k x 14 bits de memoria Flash de programa
- Hasta 368 bytes de memoria de datos (RAM)
- Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM
- Hasta 4 fuentes de interrupción
- Stack de hardware de 8 niveles
- Reset de encendido (POR)
- Timer de encendido (PWRT)
- Timer de arranque del oscilador (OST)
- Sistema de vigilancia Watchdog timer.
- Protección programable de código
- Modo SEP de bajo consumo de energía
- Opciones de selección del oscilador
- Programación y depuración serie "In-Circuit" (ICSP) a través de dos patitas

- Lectura/escritura de la CPU a la memoria flash de programa
- Rango de voltaje de operación de 2.0 a 5.5 volts
- Alta disipación de corriente de la fuente: 25mA

Descripción General del PIC16F877

- Rangos de temperatura: Comercial, Industrial y Extendido
- Bajo consumo de potencia:
 - o Menos de 0.6mA a 3V, 4 Mhz
 - o 20 μ A a 3V, 32 Khz.
 - o menos de 1 μ A corriente de stand by.

Periféricos

- **Timer0:** Contador/Temporizador de 8 bits con pre-escalador de 8 bits
- **Timer1:** Contador/Temporizador de 16 bits con pre-escalador
- **Timer0:** Contador/Temporizador de 8 bits con pre-escalador y post-escalador de 8 bits y registro de periodo.
- Dos módulos de Captura, Comparación y PWM
- Conversor Analógico/Digital: de 10 bits, hasta 8 canales
- Puerto Serie Síncrono (SSP)
- Puerto Serie Universal (USART/SCI).
- Puerto Paralelo Esclavo (PSP): de 8 bits con líneas de protocolo ver anexo 8.

LCD (Liquid Crystal Display)

Se trata de un módulo microcontrolado capaz de representar 2 líneas de 16 caracteres cada una. A través de 8 líneas de datos se le envía el carácter ASCII que se desea visualizar así como ciertos códigos de control que permiten realizar diferentes efectos de visualización. Igualmente mediante estas líneas de datos el módulo devuelve información de su estado interno, y con otras tres señales adicionales se controla el flujo de información entre el módulo LCD y el equipo informática que lo gestiona, que en nuestro caso es el PIC.

En la siguiente grafica se puede apreciar la importancia de los pines del PIC. Se puede apreciar que los pines 7-14 son importantes ya que es el bus bi-direccional de datos.

Tabla 11. Pines que conforman el LCD

Pin n°	Símbolo	Conexión	Descripción
1	V_{ss}	V_{ss}	Patilla de tierra de alimentación
2	V_{dd}	V_{dd}	Patilla de alimentación de +5V
3	V_o	V_o	Patilla de contraste del cristal líquido. Normalmente se conecta a un potenciómetro a través del cual se aplica una tensión variable entre 0 y +5V que permite regular el contraste del cristal líquido.
4	RS	RA0	Selección del registro de control/registro de datos: RS =0 Selección del registro de control RS=1 Selección del registro de datos
5	R/W	RA1	Señal de lectura/escritura R/W=0 El Módulo LCD es escrito R/W=1 El Módulo LCD es leído
6	E	RA2	Señal de activación del módulo LCD: E=0 Módulo desconectado y no funcionan el resto de las señales E=1 Módulo conectado
7-14	D0-D7	RB0-RB7	Bus de datos bi-direccional. A través de estas líneas se realiza la transferencia de información entre el módulo LCD y el sistema informático que lo gestiona

Ver anexo 9

SELECCIÓN DE MATERIALES

Se selecciono como material para el ensamble físico partes de teflón para los rodillos y las placas de conducción de alambre, ya que el teflón es un material liviano y resistente. También se utilizan partes de acero inoxidable, que además de ser livianas, presentan una resistencia que permitirá a la maquina versatilidad y robustez.

Se escogieron estos materiales con el fin de que la maquina cumpla con el requisito de ser liviana, ya que de otro modos si fueran otros materiales, así la maquina sea de un tamaño reducido, quedaría bastante pesada.

9. CRONOGRAMA

PLAN DE TRABAJO (Agosto 2006 – Diciembre 2006)

	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
plan de actividades																								
planteamiento de la misión	■																							
obtención de necesidades	■																							
problemas presentados	■																							
Antecedentes		■																						
desarrollo conceptual			■																					
generación de conceptos				■																				
análisis de flujo y material en el sistema					■																			
búsqueda interna y externa						■																		
selección de conceptos							■																	
prueba de conceptos								■																
diseño detallado de la maquina									■															
implementación de la maquina										■														
implementación del control											■													
presentación del anteproyecto																								
presentación del proyecto																								
presentación de la maquina																								

10. PRESUPUESTO

Los gastos que se presentan en la realización de este proyecto son:

Gastos directos:

Materiales:

Teflón: \$100.000

Lamina de acero inoxidable: \$200.000

Laminas de aluminio: \$ 100.000

Rodillos de acero: \$ 50.000

Lamina de corte: \$ 70.000

Motores: \$75.000

Piezas electrónicas: \$120.000

Programación: \$20.000

Gastos indirectos:

Transporte: \$265.600

Proceso de investigación: \$80.000

Almuerzos: \$160.000

11. FINANCIACIÓN

El proyecto estará costado por la propia empresa, de la cual administraremos los gastos que tengan que hacerse para la realización del proyecto.

12. CONCLUSIONES

- Por medio de diferentes técnicas de planeación de proyectos, se llegó al desarrollo del diseño detallado.
- El diseño de la máquina cumple con las expectativas del cliente.
- Gracias a las herramientas computacionales existentes, se pudo llevar a cabo el diseño y las respectivas simulaciones de la máquina.
- Es necesario dividir el problema que se presente en varios subproblemas, para dar una solución que se pueda llevar a cabo más fácilmente.

BIBLIOGRAFIA

DOMINGUEZ, Sergio. CAMPOY, Pascual. SEBASTIAN, José M. JIMENEZ, Agustín. Control en el espacio de estados. 2 ed. Naulcalpan de Juárez: Prentice Hall, 2002. 291 p.

GARCIA MORENO, Emilio. Automatización de procesos Industriales. 2 ed. México DF: Alfaomega, 2004. 379 p.

HIBBELER, R.C. Mecánica de materiales. 3 ed. Naulcalpan de Juárez: Prentice Hall, 1998. 854 p.

OGATA, K. Ingeniería de control moderna. 3 ed. Naulcalpan de Juárez: Prentice Hall, 1998. 997 p.

ANEXOS

Anexo 1. Microswitch



Rango de amperaje= 0.1A

Rango e temperatura= -25 ºC to 85 ºC [-13 ºC to 185 ºC]

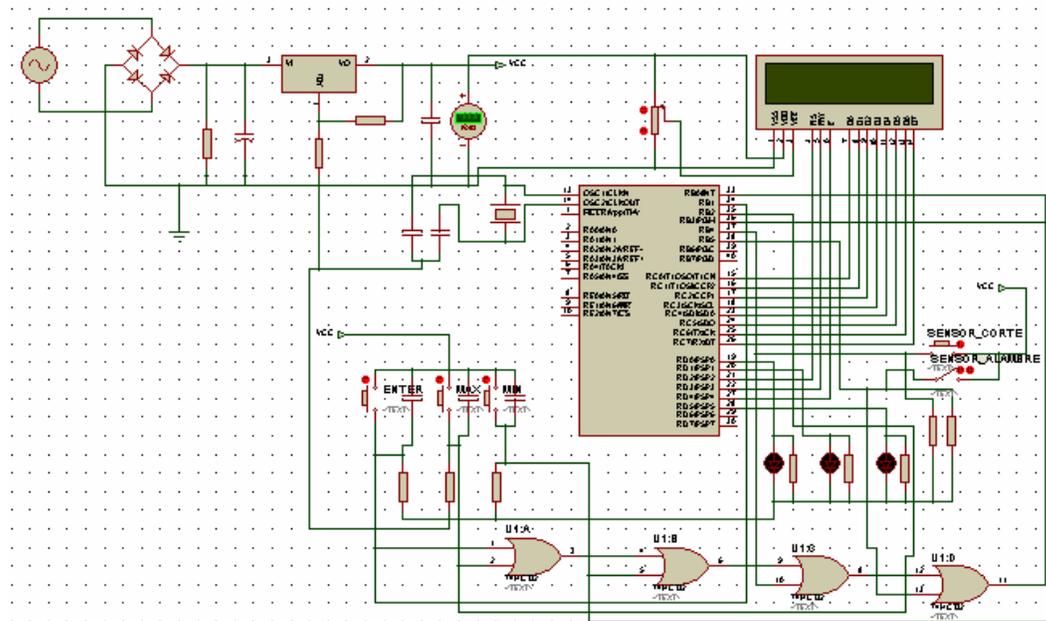
Voltaje= 30 Vdc

Longitud del actuador= 24,8 mm [0.98 in]

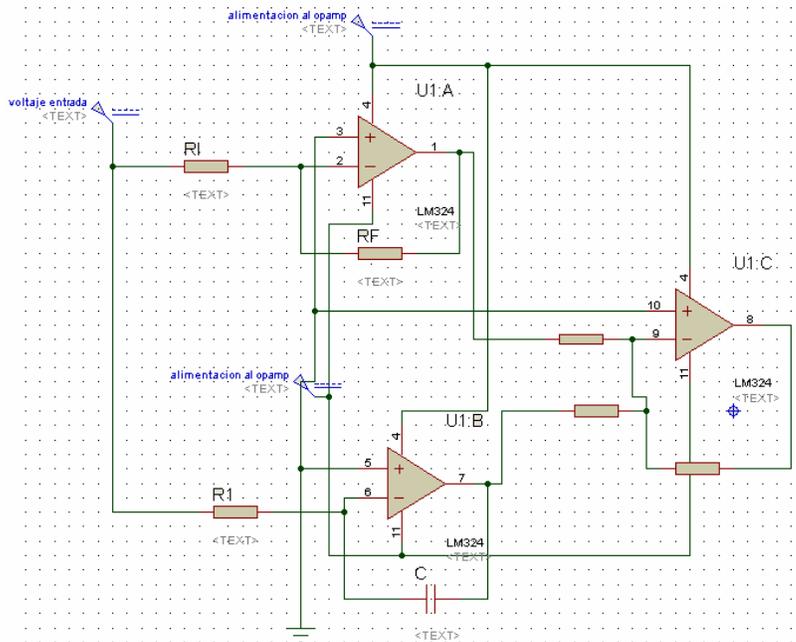
Fuerza de operación= 0,54 N [1.94 oz] max.

Nombre de serie= serie ZW

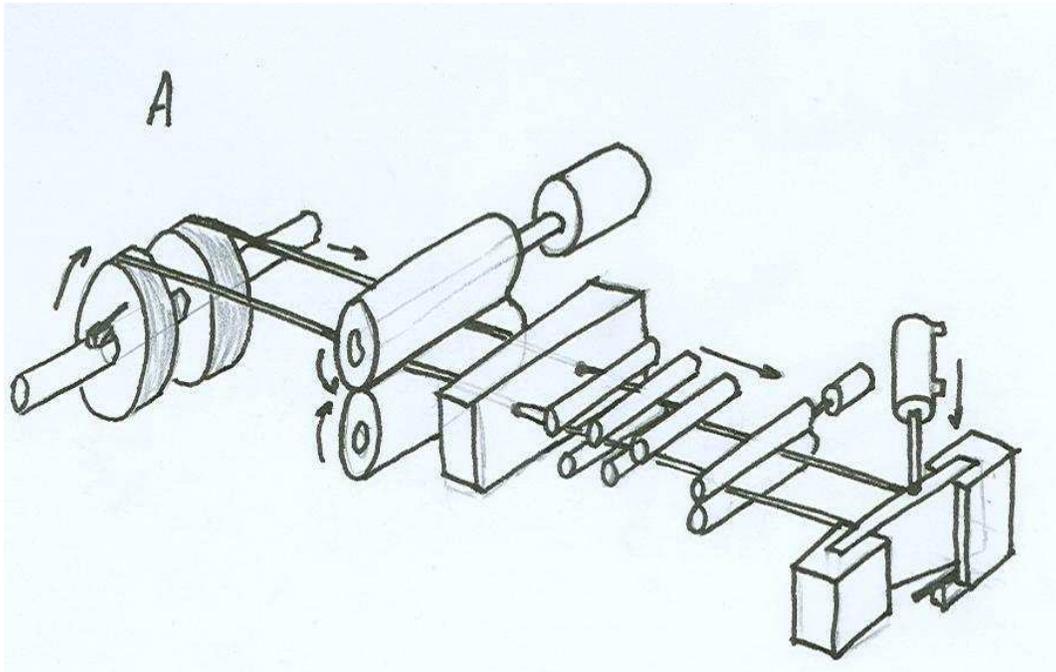
Anexo 2. Circuito de la maquina



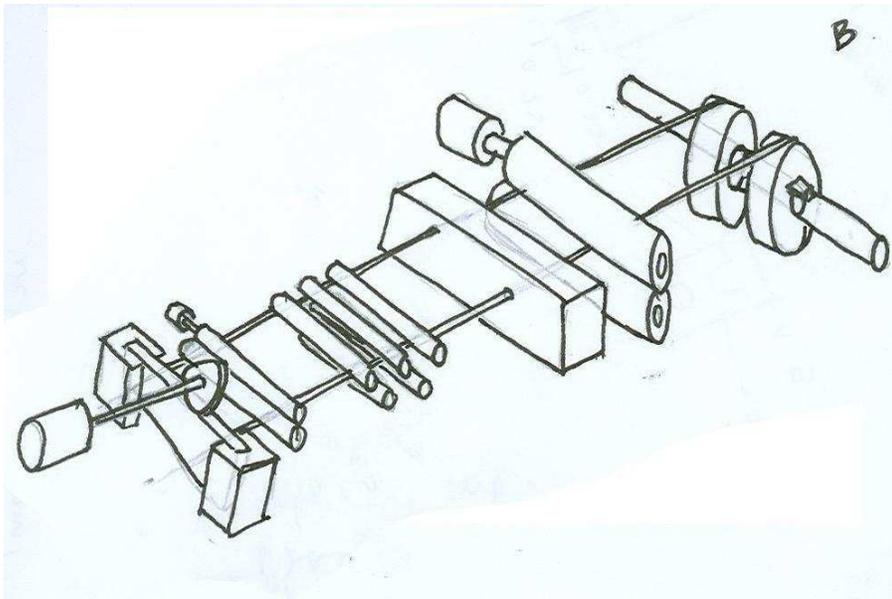
Anexo 3. Controlador del motor



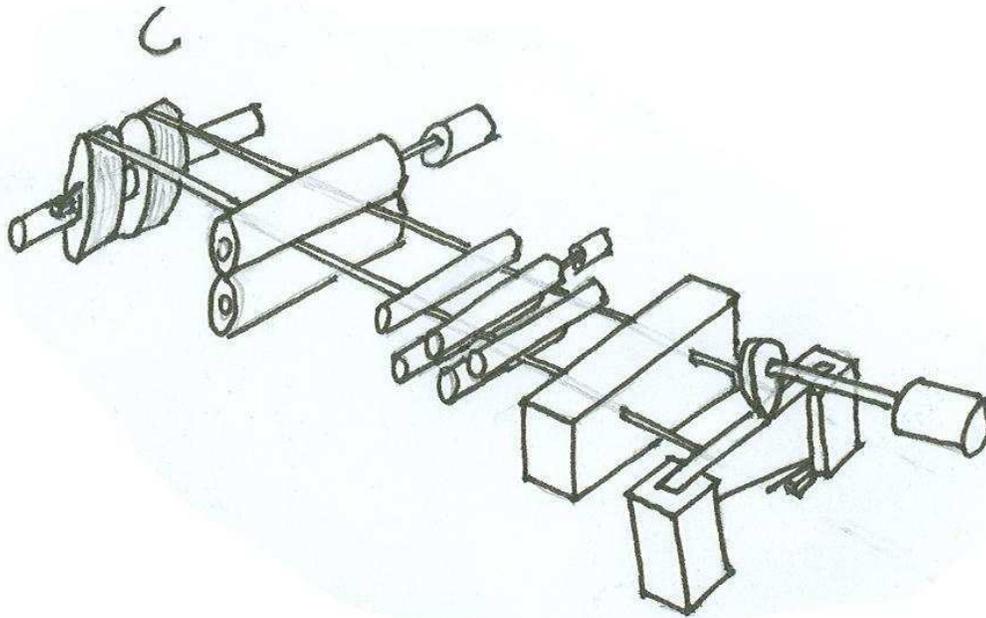
Anexo 4. Diseño preeliminar modelo A



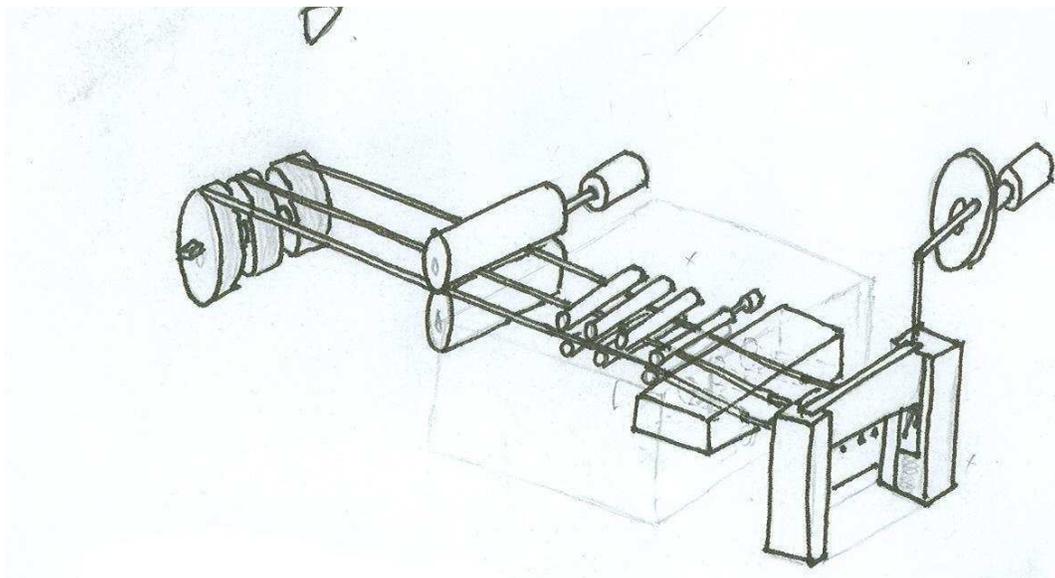
Anexo 5. Diseño preeliminar modelo B



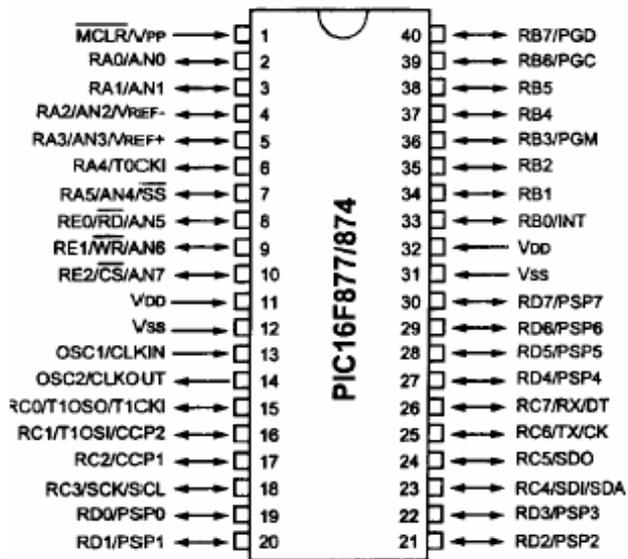
Anexo 6. Diseño preeliminar modelo C



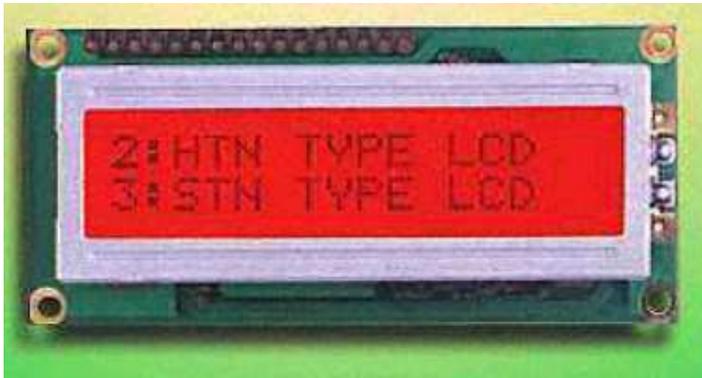
Anexo 7. Diseño preeliminar modelo D



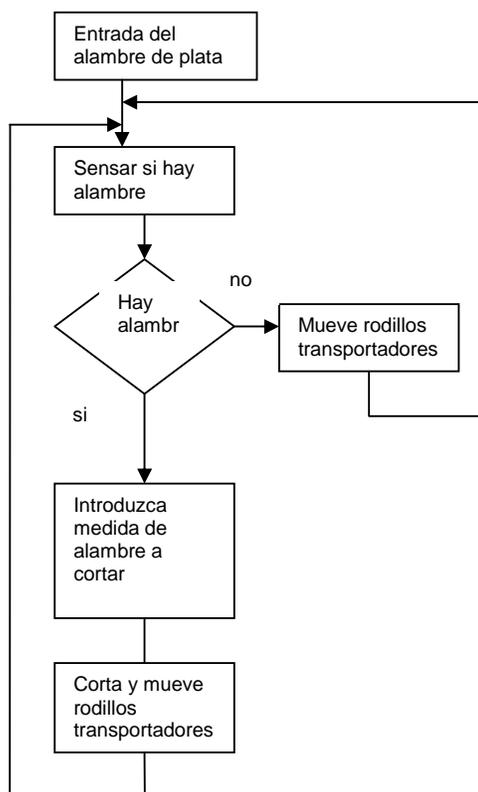
Anexo 8. PIC (microcontrolador)



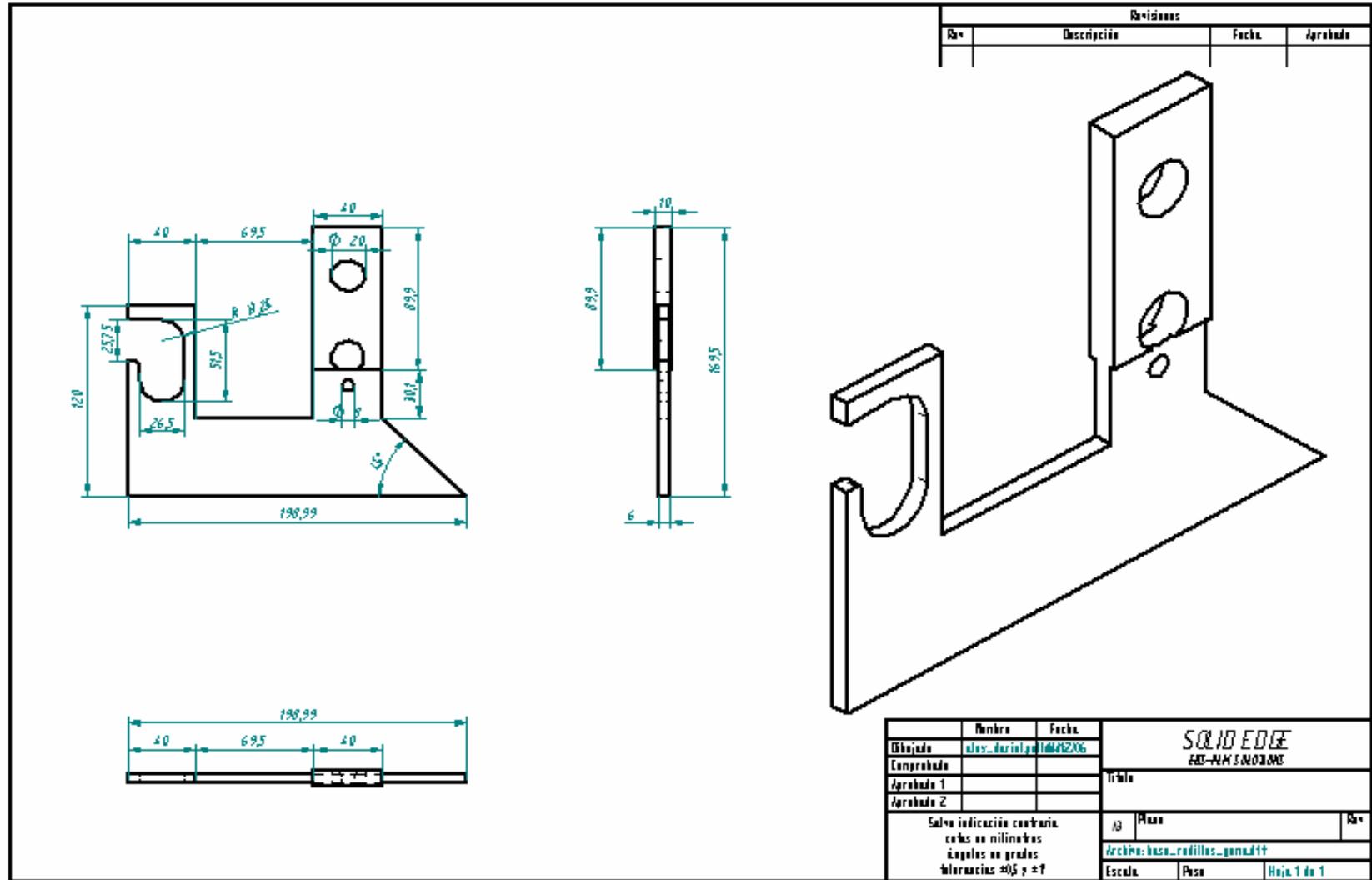
Anexo 9. LCD (liquid Crystal Display)

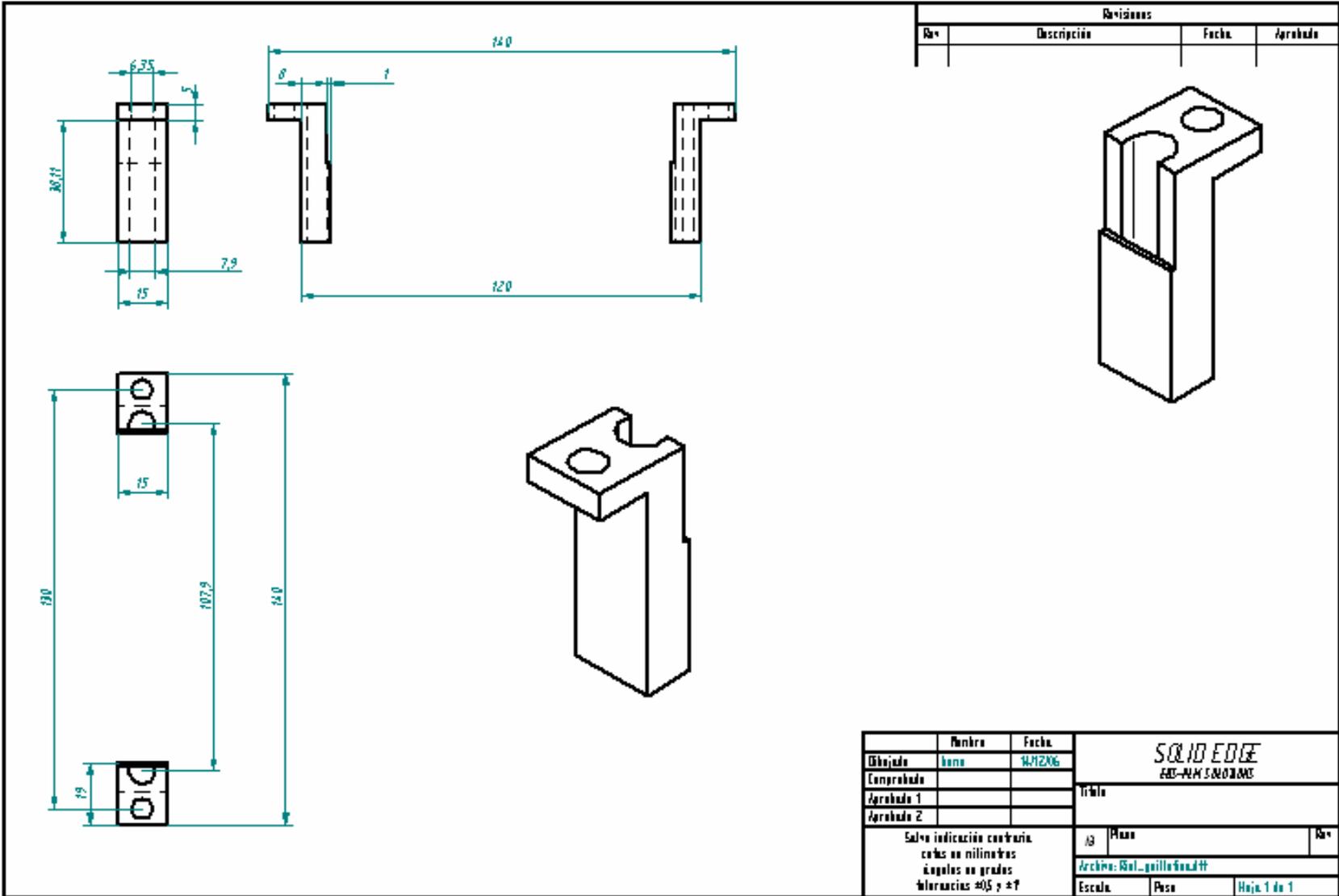


Anexo 10. Esquema de flujo del programa

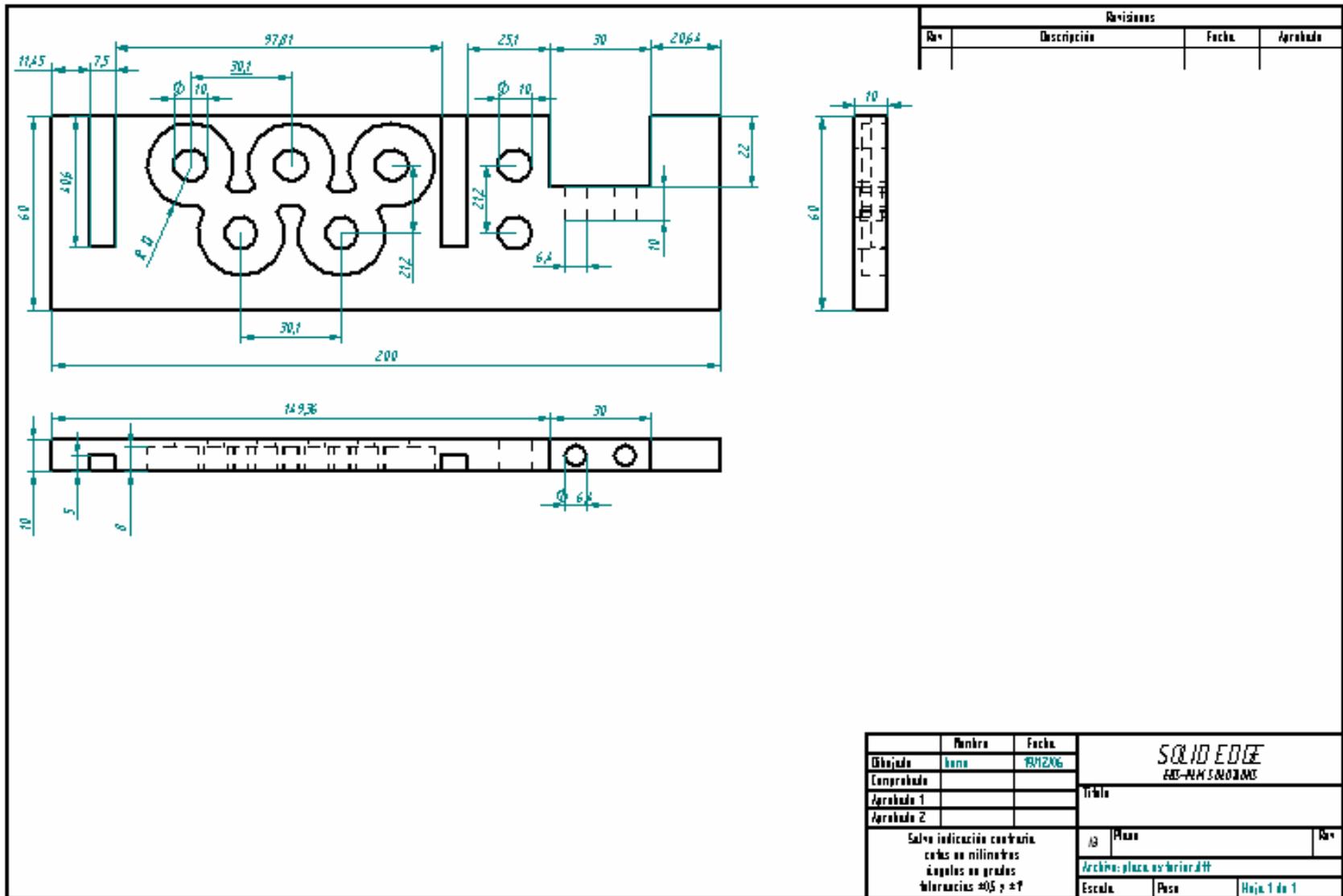


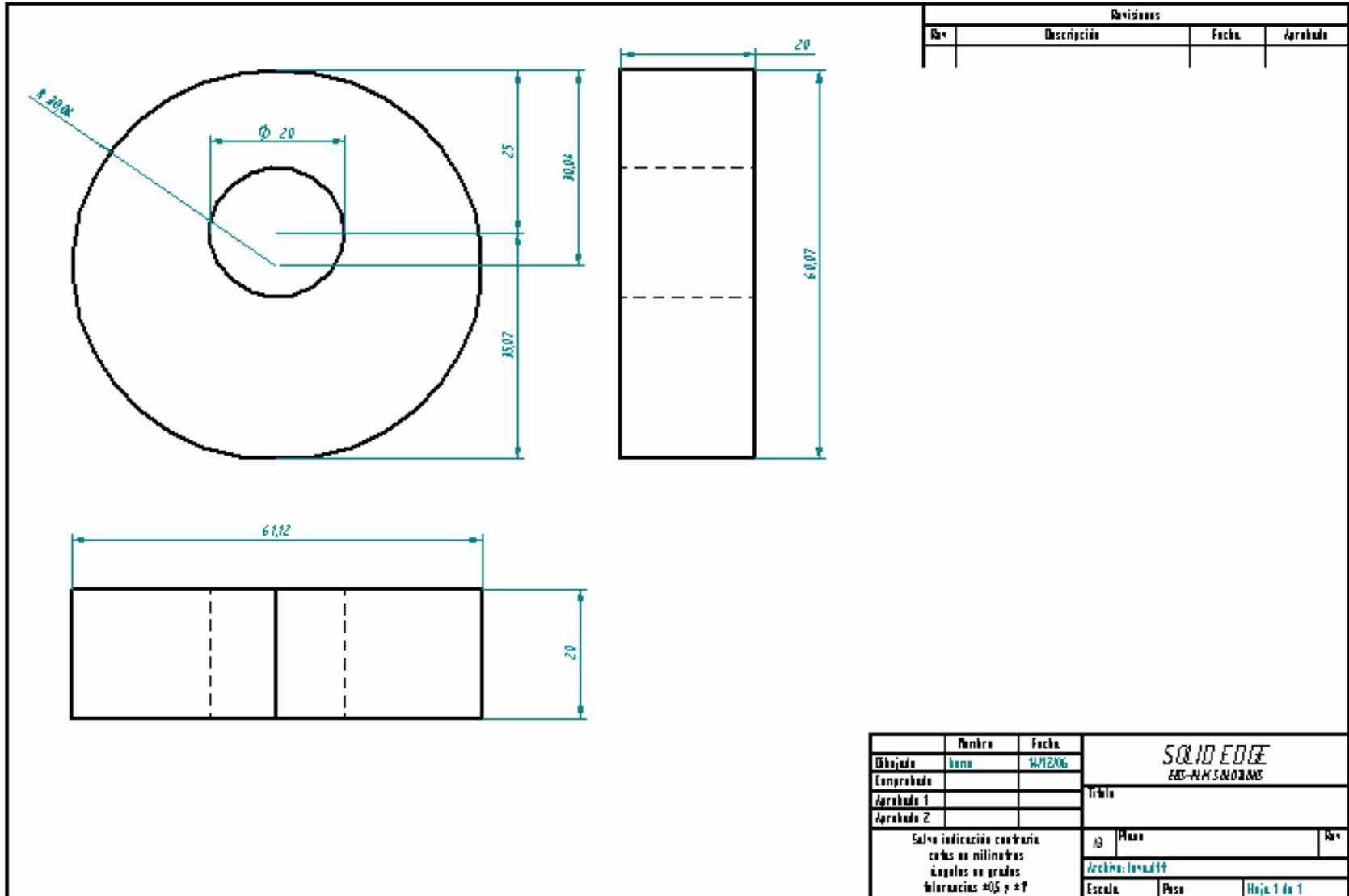
Anexo 11. Conjunto de planos

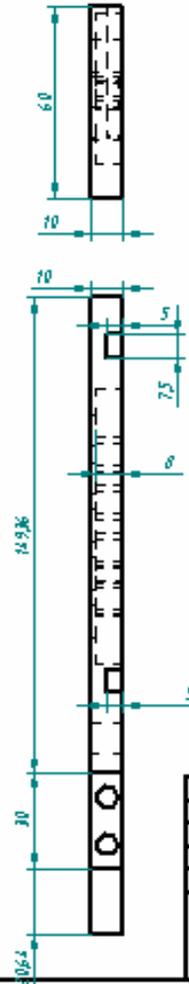
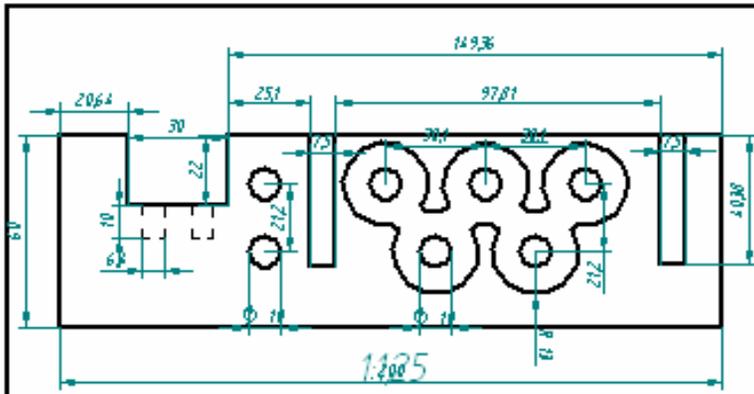




	Nombre	Fecha			
Dibujado	homo	14/12/06	SOLID EDGE CAD-PLM SOLUTIONS		
Comprobado					
Aprobado 1			Título		
Aprobado 2					
Salvo indicación contraria, cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ± 0.1 y ± 0.2			13	Plano	Rev
			Archivo: Real_guilla80x40.dwg		
Escala			Peso	Hoja 1 de 1	

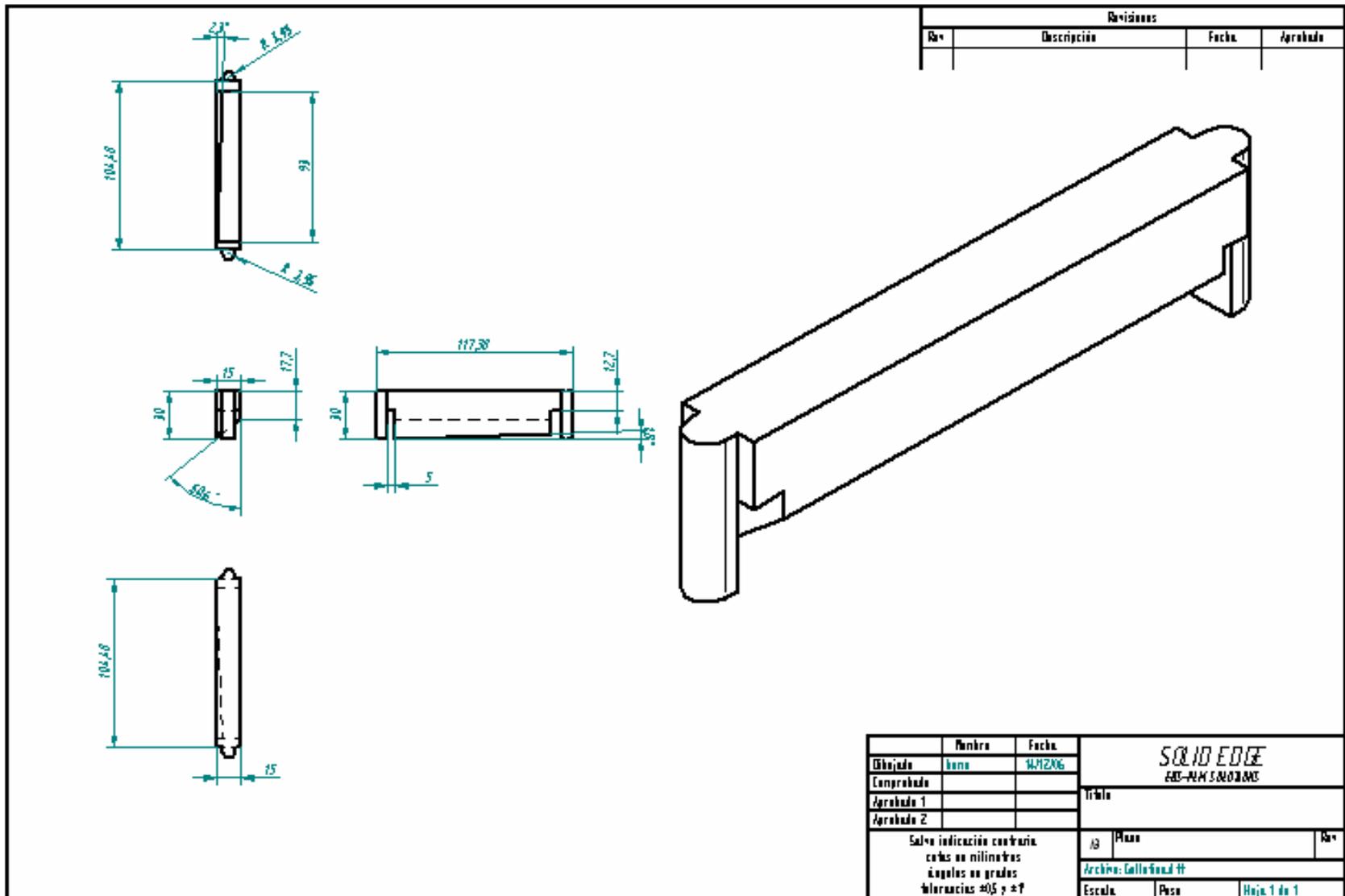


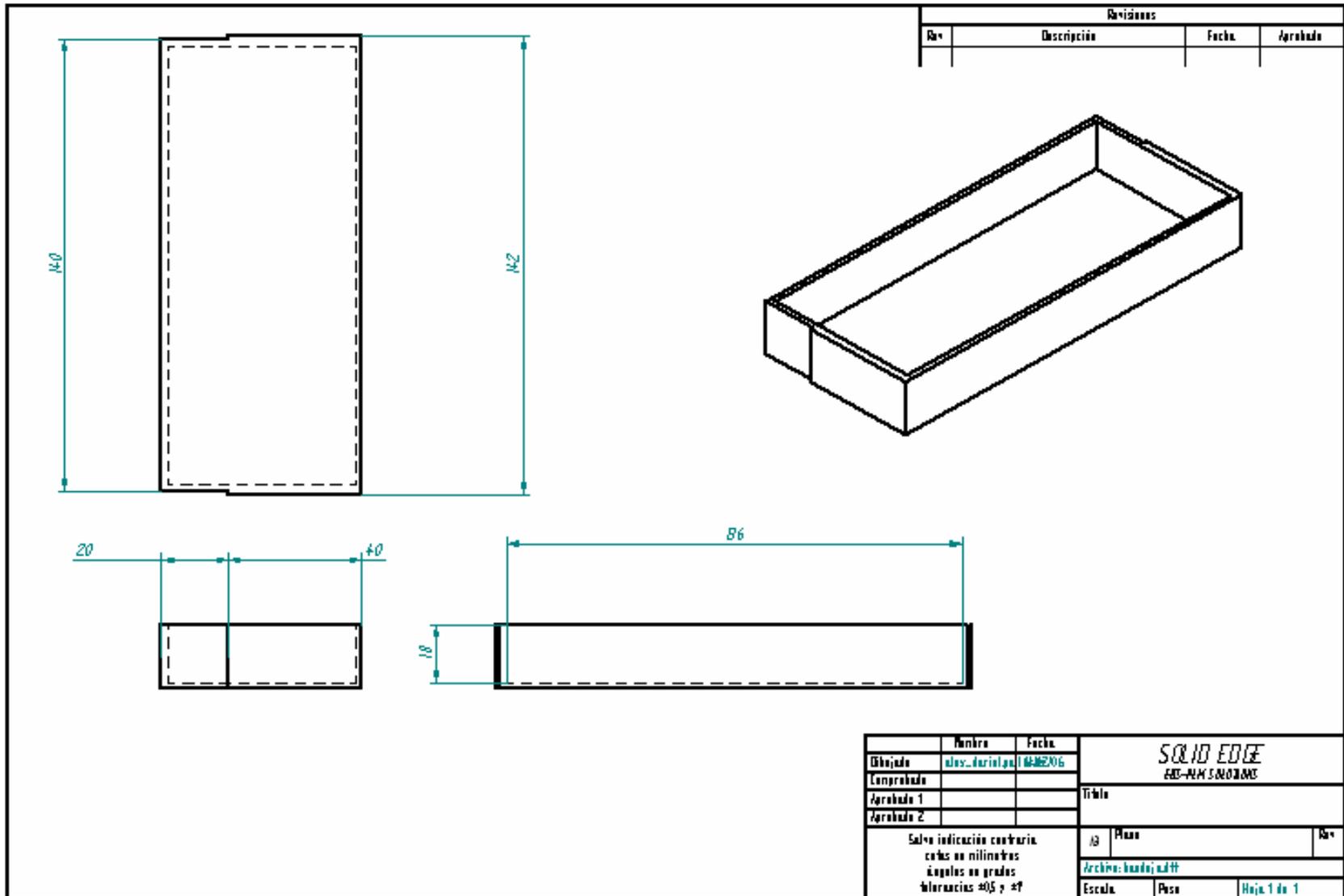


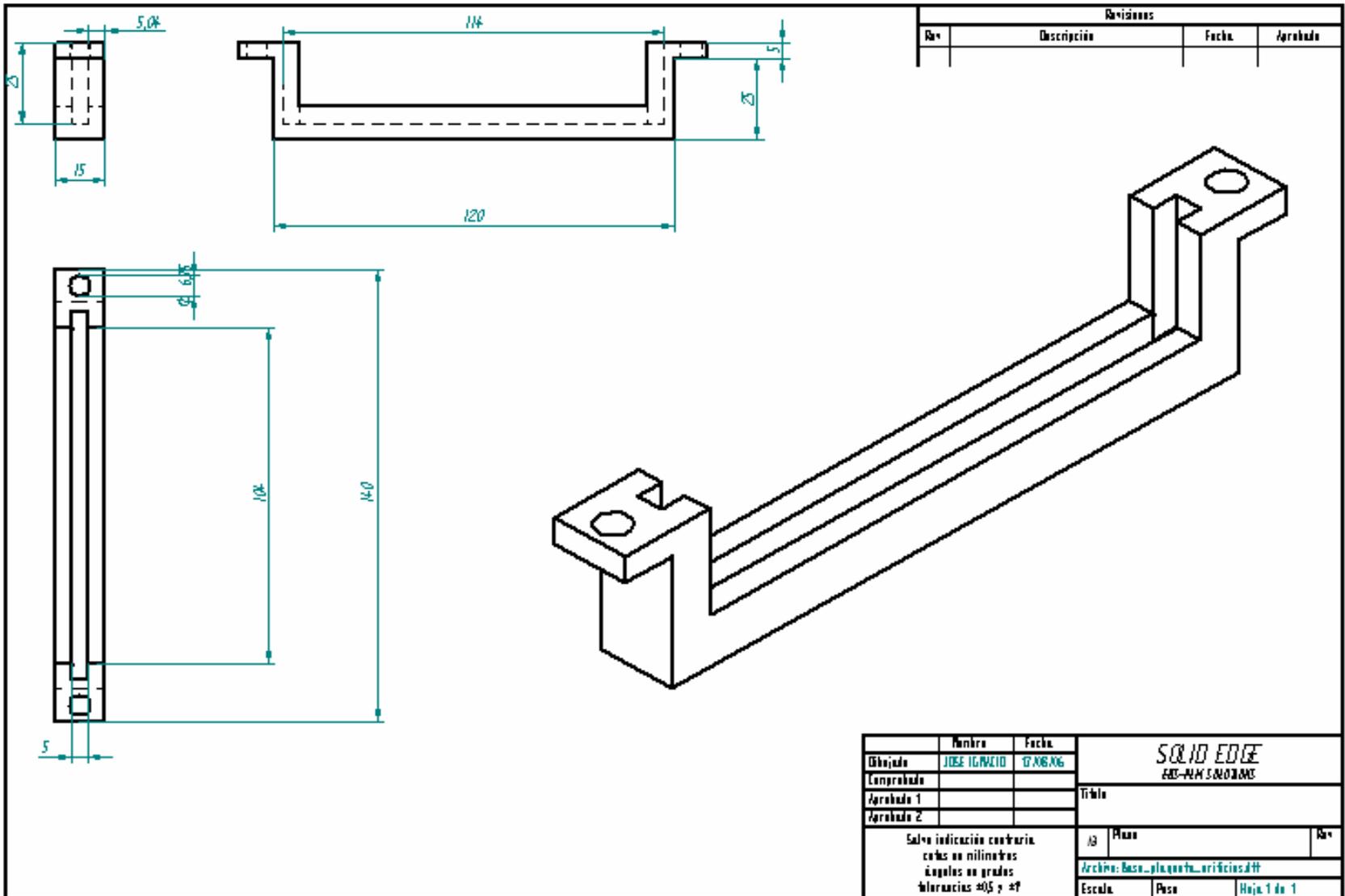


Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado

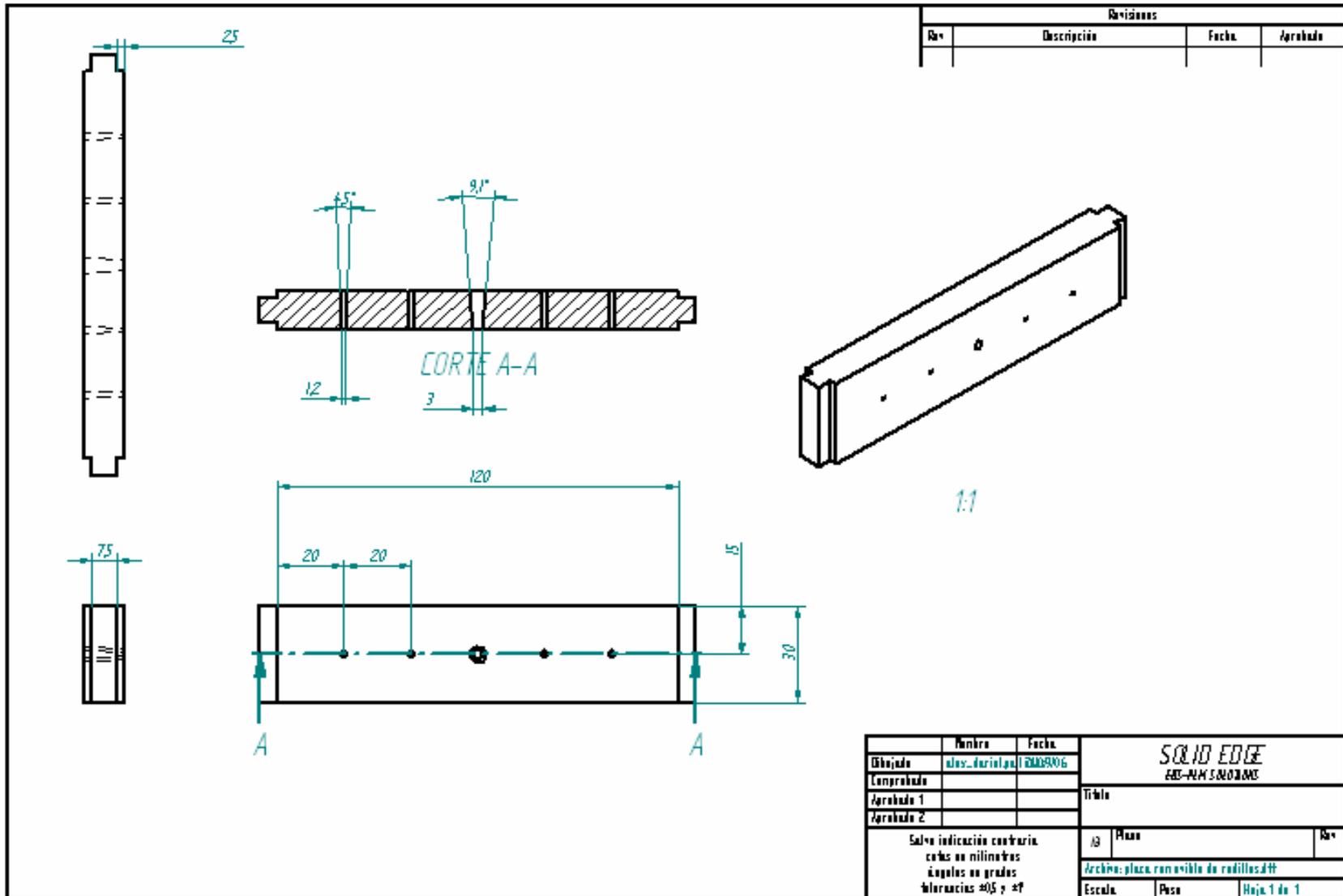
Dibujado	homo	Fecha	14/12/2016	SOLID EDGE 60-PLM SOLUTIONS		
Comprobado						
Aprobado 1				Título		
Aprobado 2				13 Plano		
Salvo indicación contraria, todos en milímetros ángulos en grados tolerancias ± 0.5 y ± 7				Archivos: placa_ortica_d.tt		
				Escala	Peso	Hoja: 1 de 1

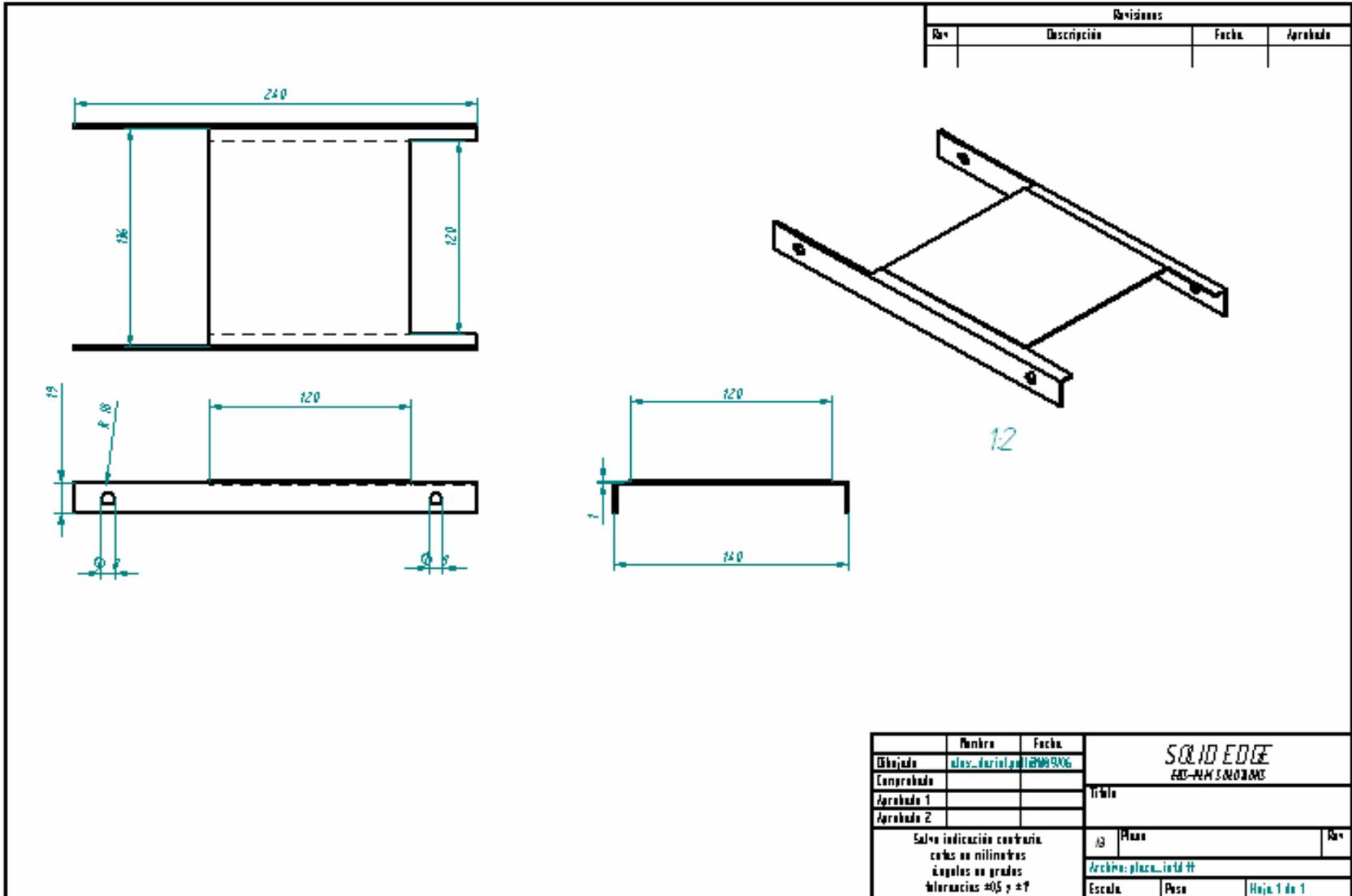






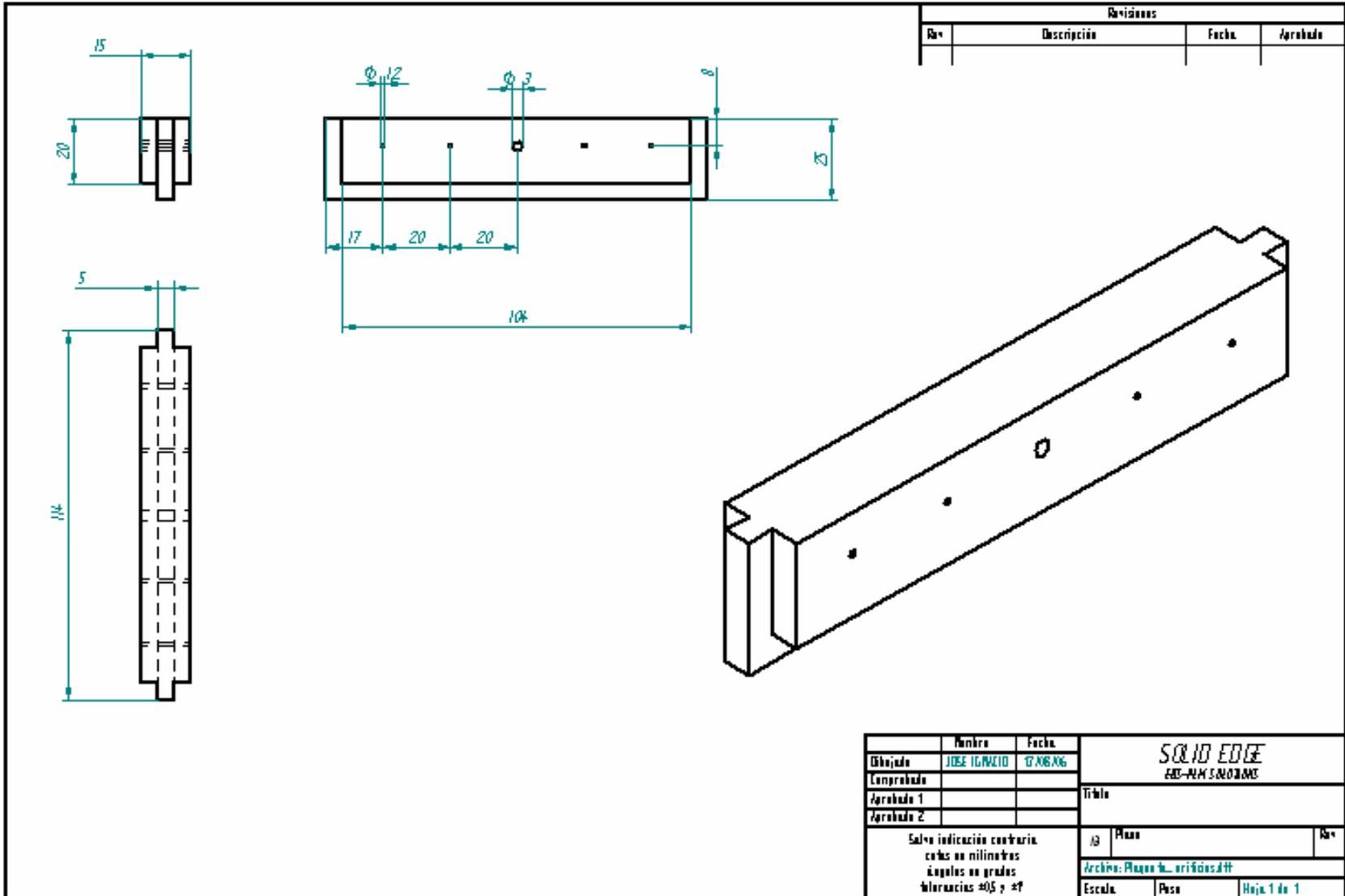
Nombre	Fecha	SOLID EDGE EDS-PLM SOLUTIONS		
Dibujado	JOSE IGNACIO 17.08.2016			
Comprobado		Título		
Aprobado 1				
Aprobado 2				
Salvo indicación contraria, cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ± 0.5 y ± 0.1		13	Plano	Nº
		Archivo: base_plaquet_ortificios.dft		
		Escala	Peso	Hoja 1 de 1





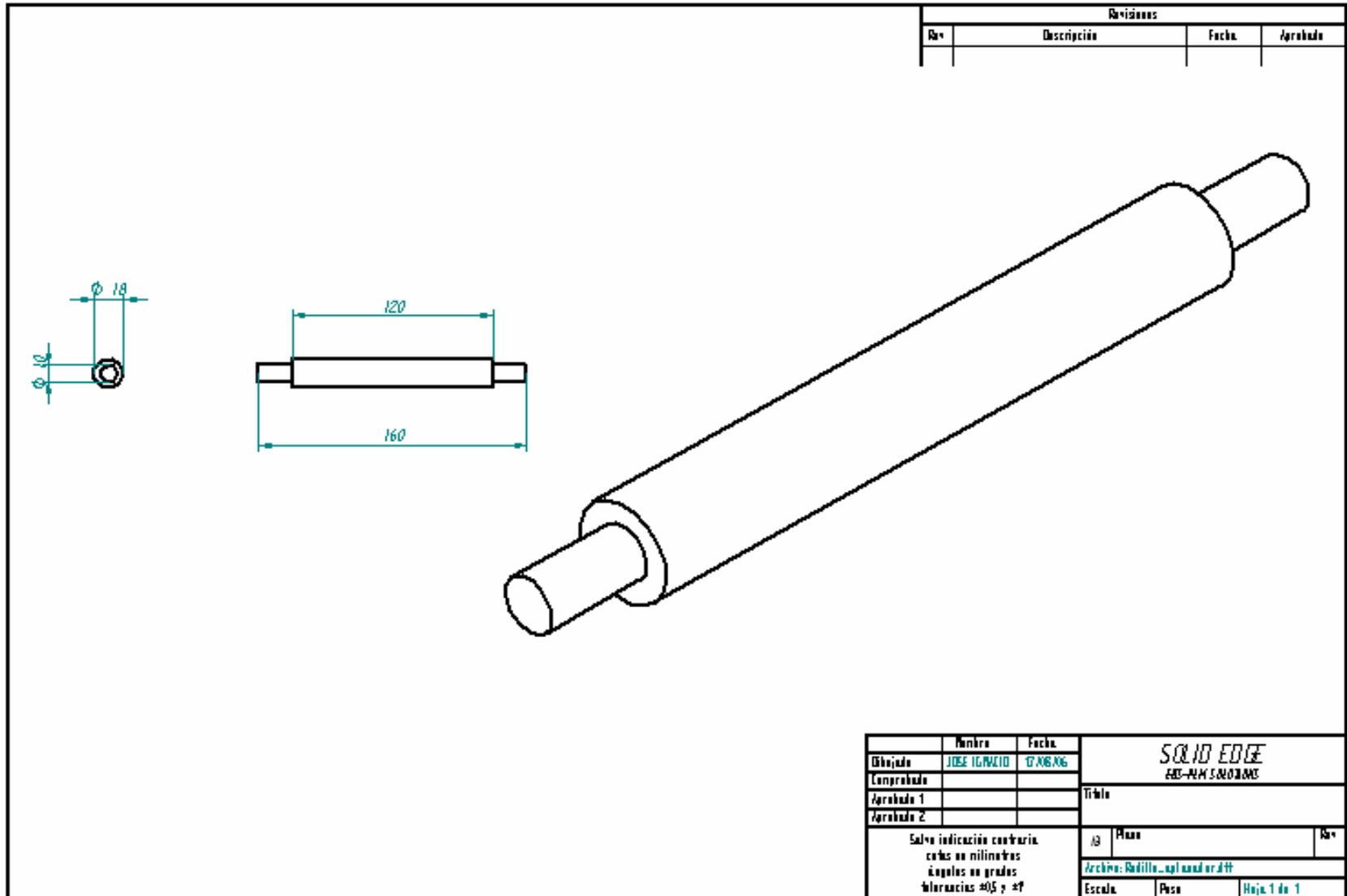
Revisiones			
Rev.	Descripción	Fecha	Aprobado

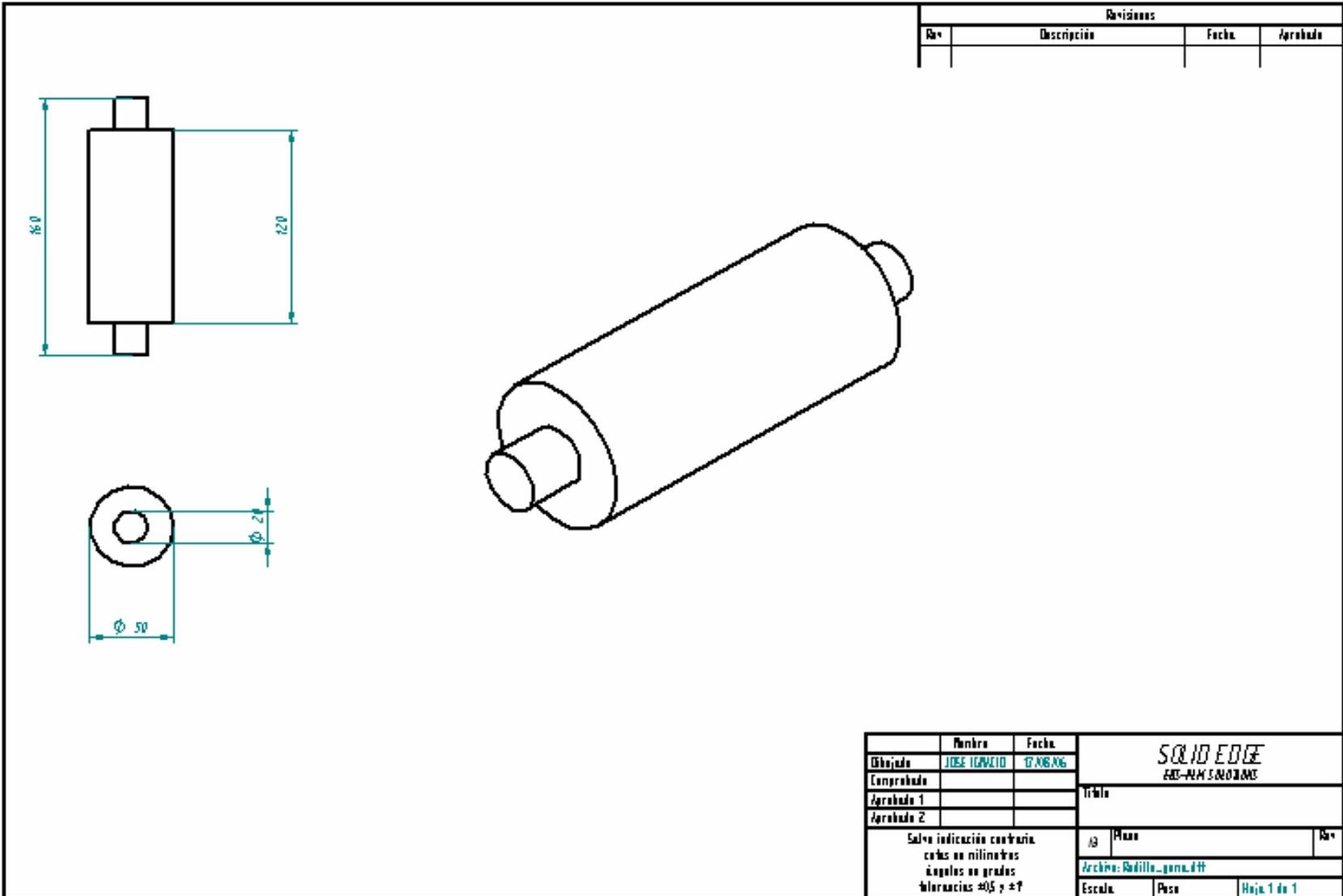
	Nombre	Fecha	SOLID EDGE	
Dibujado	ales_daniel@1808906		60-ALM 5.00.000	
Comprobado			Título	
Aprobado 1				
Aprobado 2				
Salvo indicación contraria, cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 0,1$			13	Plano
			Archivos: placa_incl #	
Escala		Peso	Hoja 1 de 1	



Revisiones			
Nº	Descripción	Fecha	Aprobado

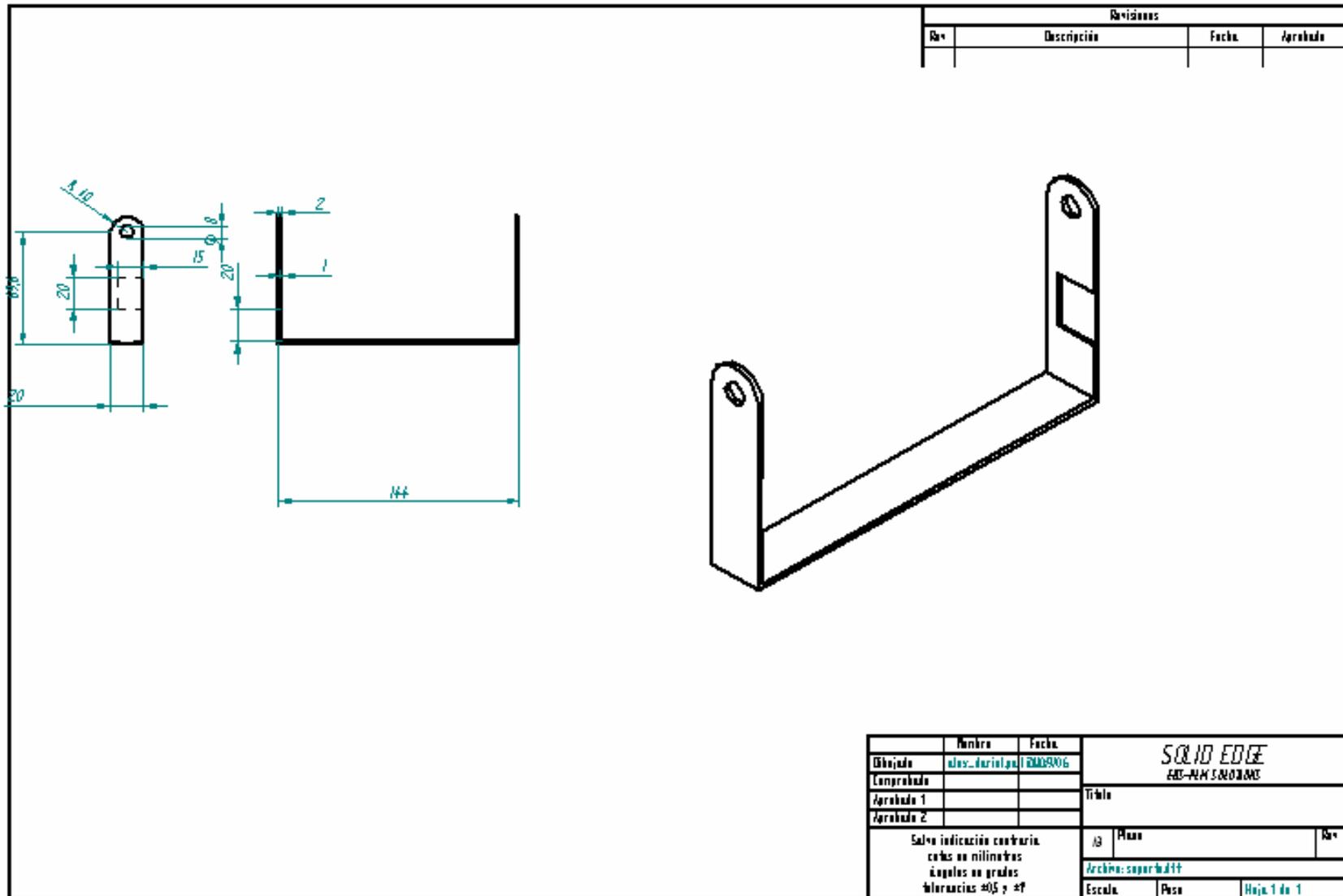
Nombre	Fecha	SOLID EDGE CAD-ALM SOLUTIONS		
Dibujado	JOSE IGNACIO 17/08/06			
Comprobado		Título		
Aprobado 1				
Aprobado 2				
Salvo indicación contraria, cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ± 0.5 y ± 0.1		13	Plano	Nº
		Archivo: Plano No. arifidas.dft		
		Escala	Peso	Hoja 1 de 1



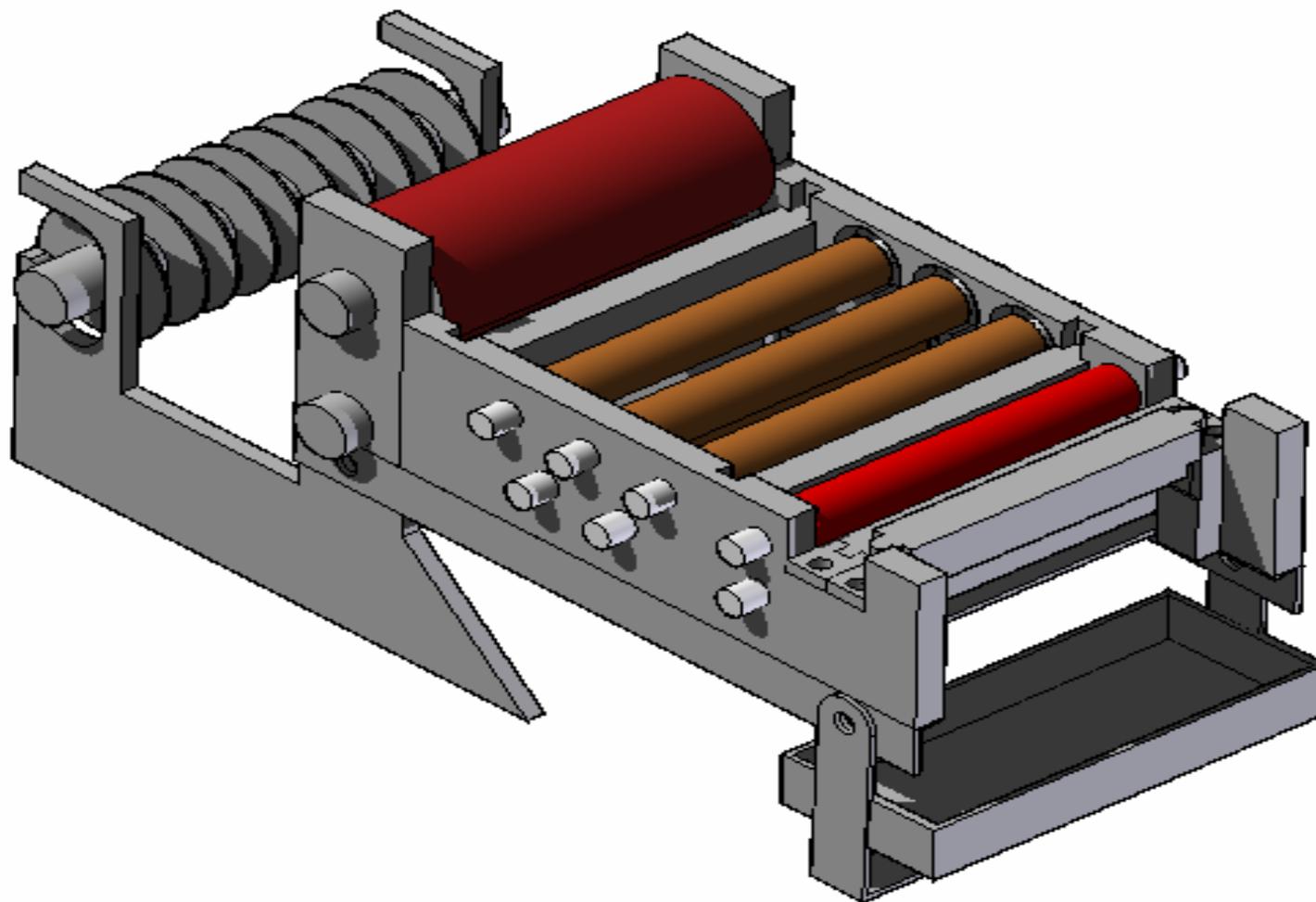


Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado

Nombre	Fecha	SOLID EDGE	
Dibujado: JOSE IGNACIO	17/06/06	EBS-ALM SOLUTIONS	
Comprobado:		Título	
Aprobado 1:			
Aprobado 2:			
Salvo indicación contraria, cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 0,2$		13	Plan
		Archivo: Rodillo_gorra.dwg	
Escala:		Peso:	Hoja 1 de 1



Anexo 12. Diseño preeliminar modelo E. renderizado.



DISEÑO DE UNA MAQUINA CORTADORA DE HILOS DE PLATA

Alex Dariel Pallares De La Cruz
José Fernando González Caicedo

Departamento de Automática y Electrónica
Universidad Autónoma de Occidente

samosuke14@yahoo.com
jogoca26@hotmail.com

Abstract: in this paper we want to apply the knowledge of mechatronics engineer to become a jewelry process, automatic: silver strings cutting. This automatization allows speed and accurate at the process. The application of this new technology will allow the jewelry World to automate one of the manually process of this field.

keywords: mechatronics, automatization.

1. INTRODUCCION

Observando el gremio de la joyería se ha podido apreciar que es un proceso artesanal y manual en el cual las personas se desenvuelven libremente. El proceso de la creación de joyería es complejo ya que los procesos son mas que todo manuales, sin embargo debido a la problemática de la rapidez de producción de partes de joyería se pudo apreciar que se podrían automatizar ciertos procesos en los cuales una maquina automática puede superar en tiempo y precisión a una persona, ya que la maquina puede trabajar incansablemente sin perder la precisión; como por ejemplo el corte del hilo de plata. Este es un proceso que una persona puede desarrollar en un tiempo determinado; una vez cumplido el tiempo de tolerancia manual, el proceso genera molestias a la persona que desempeña esta tarea, presentando axial un corte poco preciso.

2. ANTECEDENTES

Como se ha podido apreciar hasta ahora; a nivel local no hay maquinas capaces de solucionar el problema, este es un proceso manual y la producción del corte de hilos se ve afectada por el cansancio manual que esto implica; además de las incapacidades. Cuando esto sucede, lo que se hace para solucionar estos problemas es que se contrata a otra persona en capacidad de realizar el mismo trabajo que la persona en cuestión. Esto implica otro salario, además de la inexperiencia de la nueva persona; lo que conlleva a una producción menos lucrativa. A nivel nacional tampoco se presenta una solución mas adecuada que la anterior; ya que como ya se había mencionado anteriormente, las maquinas cortadoras de hilos de plata solo se encuentran en Italia, la cual genera esta tecnología para países que puedan pagarla; pero no muestra una solución efectiva en países en donde no se pueda acceder a la solución.

3. OBJETIVO GENERAL

Como objetivo general se desea presentar el diseño y el control de una maquina cortadora de hilos de plata, capaz de satisfacer las necesidades del cliente.

4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar la fase de planeación del producto.
- Presentar el diseño y el control de una maquina cortadora de hilos de plata.
- Identificar los requerimientos y las necesidades del cliente.
- Poder manejar herramientas computacionales de ayuda en el diseño, y al proceso de desarrollo.
- Encontrar por medio de la generación de conceptos, las posibles soluciones al problema a desarrollar.
- Encontrar por medio de la selección de conceptos, el concepto que mejor cumpla con las necesidades del cliente y del diseñador.
- Realizar la prueba del concepto para determinar las posibilidades que tiene el concepto de incursionar en el mercado.

5. ANÁLISIS DEL FLUJO, MATERIAL Y SEÑALES DEL SISTEMA

En la siguiente caja se mostraran las entradas y salidas del sistema en nuestro caso la maquina cortadora de hilos de plata, esto nos sirve para comenzar a descomponer el sistema en subproblemas.

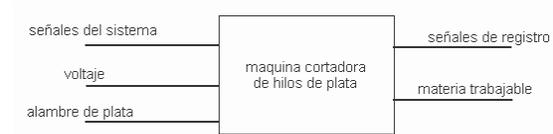
Este procedimiento es importante para saber que variables serán las que tengan entrada en la maquina y serán relevantes en el proceso. Por medio de este procedimiento se procede luego a saber cuales serán las variables de salida, o sea lo que se obtenga de la maquina. Este es un método común de la ingeniería, para comenzar con la resolución de un problema deseado.

5.1. Caja negra.

En el grafico 1, se puede apreciar la maquina cortadora de hilos de plata, la cual tiene como entradas las señales del sistema (encoger, sensores, etc.), el voltaje y lo principal, el alambre de plata. A su salida obtenemos el material ya procesado como es el alambre

cortado, y las señales de funcionamiento de la maquina, como la sensada del corte.

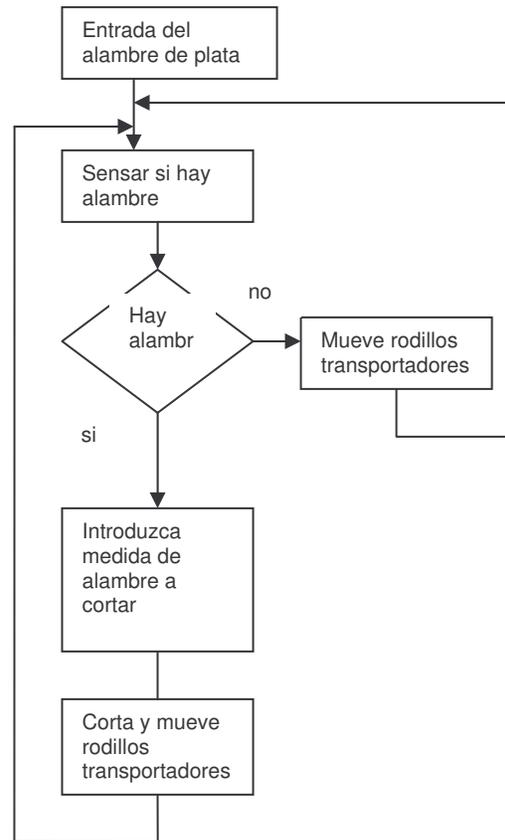
Grafica 1. Caja negra.



6. FLUJOGRAMA

Como se puede apreciar en la grafica 1, las entradas al sistema son las señales de los sensores, el voltaje y el alambre de plata; y sus salidas son las señales del sistema o sensores de salida, y el material manufacturado.

Gráfica 2. Esquema de flujo del programa.



7. CONCLUSIONES

- Por medio de diferentes técnicas de planeacion de proyectos, se llego al desarrollo del diseño detallado.

- El diseño de la maquina cumple con las expectativas del cliente.
- Gracias a las herramientas computacionales existentes, se pudo llevar a cabo el diseño y las respectivas simulaciones de la maquina.
- Es necesario dividir el problema que se presente en varios subproblemas, para dar una solución que se pueda llevar a cabo más fácilmente.

REFERENCIAS

DOMINGUEZ, Sergio. CAMPOY, Pascual. SEBASTIAN, José M. JIMENEZ, Agustín. Control en el espacio de estados. 2 ed. Naulcalpan de Juárez: Prentice Hall, 2002. 291p.

GARCIA MORENO, Emilio. Automatización de procesos Industriales. 2 ed. México DF: Alfaomega, 2004. 379 p.

HIBBELER, R.C. Mecánica de materiales. 3 ed. Naulcalpan de Juárez: Prentice Hall, 1998. 854 p.

OGATA, K. Ingeniería de control moderna. 3 ed. Naulcalpan de Juárez: Prentice Hall, 1998. 997 p.