



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

CENTRO INTERNACIONAL DE POSTGRADO

MASTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DESARROLLO DE PROTOTIPO DE
MÁQUINA DOBLADORA DE TELA**

JULIO 2016

ALUMNO: PAULA RODRÍGUEZ PARRA

TUTOR: JOSÉ MANUEL SIERRA VELASCO
TUTOR: JUAN DÍAZ GONZÁLEZ



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

CENTRO INTERNACIONAL DE POSTGRADO

MASTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DESARROLLO DE PROTOTIPO DE
MÁQUINA DOBLADORA DE TELA**

JULIO 2016

Paula Rodríguez Parra

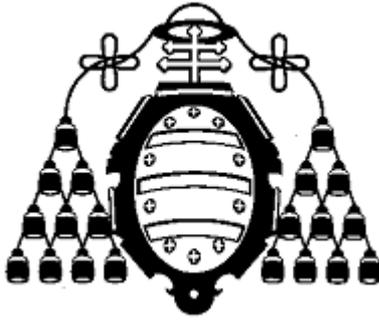
José Manuel Sierra Velasco

ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA

2. PLANOS

3. PRESUPUESTO



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

CENTRO INTERNACIONAL DE POSTGRADO

MASTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

MEMORIA

**DESARROLLO DE PROTOTIPO DE
MÁQUINA DOBLADORA DE TELA**

JULIO 2016

Paula Rodríguez Parra

José Manuel Sierra Velasco

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Carlos, de la empresa “Santexdeshechables”, el haber hecho posible la realización de este proyecto y la paciencia que tuvo durante todo este tiempo.

También agradecer a Sandra su labor en el primer prototipo, sin ella este trabajo habría sido inviable.

Agradecer a mis profesores, en especial a José Manuel Sierra y a Juan Díaz, el conocimiento adquirido gracias a ellos, al igual que a Yago a la hora de la fabricación.

Por último agradecer a mi familia y amigos su apoyo. En especial a mis compañeros de Máster, que se convirtieron en verdaderos amigos, gracias por los buenos y malos momentos que pasamos y lo mucho que aprendí de cada uno de vosotros, sois únicos y nunca os olvidaré.

RESUMEN

El presente proyecto es un encargo de la empresa “Santexdeshechables” para la realización de un prototipo de una máquina dobladora de tela. El objetivo es conseguir doblar el ancho de un rollo de tela a la mitad. Se desea que la máquina sea válida para rollos de diferentes anchos y que sea automática.

Se dispone de un primer prototipo mecánico a escala que será utilizado para realizar pruebas y en el que se harán modificaciones para conseguir resultados óptimos. En él se basará el diseño de la máquina final.

El trabajo comienza con un estudio de las diferentes alternativas y una búsqueda de nuevas ideas para la solución de nuestro problema. También se realizan pruebas en el primer prototipo, y con la información adquirida tanto de las pruebas como del estudio de alternativas, se elabora un plan para el diseño e implementación de los cambios y mejoras escogidos.

Se realiza el conexionado eléctrico de un motor de corriente continua que accionará el rodillo de entrada de la tela.

El cambio más significativo es la incorporación de un sistema para controlar las desviaciones de la tela. Este sistema es llamado guiador de banda. Consiste en un sistema basado en rodillos que deben dirigir la tela midiendo las desviaciones de ésta mediante sensores.

En este trabajo se recoge el diseño mecatrónico completo del sistema guiador de banda. Se realiza el modelado 3D con SolidWork, se diseña la PCB mediante Proteus y se genera el código de programación para el PIC con MPLAB-CCS.

El sistema se monta y prueba en el prototipo real, comprobando si se consigue un funcionamiento óptimo del conjunto. Por último, se recogen los resultados y valoraciones del proceso. Se llega a la conclusión de que se obtienen mejoras significativas con la implementación del sistema de guiado de banda. Por otro lado, para que la máquina funcione correctamente, se deben solucionar los problemas encontrados en el prototipo mecánico de base durante la realización de las prueba, ya que no todas pudieron ser solucionadas hasta el momento.

PALABRAS CLAVE

Prototipo - Plegadora - Dobladora - Tela - Guiado de banda

ÍNDICE GENERAL

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	7
1.1. ESTUDIO DE ANTECEDENTES.....	7
1.1.1. <i>Sistema de rodillos</i>	7
1.1.2. <i>Sistema con elemento intermedio</i>	8
1.2. PRIMER PROTOTIPO.....	9
1.2.1. <i>Motor de corriente continua</i>	10
1.2.2. <i>Pruebas</i>	11
1.2.3. <i>Conclusiones y posibles soluciones</i>	30
2. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	39
3. DISEÑO DEL SISTEMA	40
3.1. ESTUDIO DE SOLUCIONES.....	40
3.1.1. <i>Clasificación de guidores de banda</i>	41
3.1.2. <i>Elección del sistema de guiado</i>	44
3.1.3. <i>Diseño mecánico</i>	46
3.1.4. <i>Diseño electrónico</i>	52
4. IMPLEMENTACIÓN FÍSICA DEL PROTOTIPO	58
4.1. SELECCIÓN DE COMPONENTES Y MATERIALES.....	58
4.1.1. <i>Componentes fabricados</i>	58
4.1.2. <i>Tornillería</i>	59
4.1.3. <i>Componentes comerciales</i>	59
4.2. MONTAJE.....	64
5. PROTOCOLO DE PRUEBAS	73
6. RESULTADOS OBTENIDOS	76
7. ESTUDIO DE APLICABILIDAD	77
7.1. APLICACIÓN DEL PROTOTIPO.....	77
7.2. COMPARACIÓN CON SISTEMAS YA EXISTENTES.....	77

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.1. Sistema de rodillos. Ejemplo 1	7
Figura 1.2. Sistema de rodillos. Ejemplo 2	8
Figura 1.3. Sistema con triángulo paralelo a la tela	8
Figura 1.4. Sistema con triángulo en ángulo con la tela.....	8
Figura 1.5. Sistema con triángulo perpendicular a la tela	9
Figura 1.6. Sistema con elemento intermedio: Máquina dobladora de pañuelos de papel.....	9
Figura 1.7. Estado del prototipo antes de realizar modificaciones	10
Figura 1.8. Motor de corriente continua utilizado	11
Figura 1.9. Cuadro eléctrico del motor	11
Figura 1.10. Rodillo de entrada.....	12
Figura 1.11. Posición rodillo.....	13
Figura 1.12. Soporte del triángulo.....	13
Figura 1.13. Posibles posiciones del soporte del triángulo	13
Figura 1.14. Sistema de inclinación del triángulo	14
Figura 1.15. Posibles inclinaciones del triángulo.....	14
Figura 1.16. Rodillos a la salida del triángulo.....	15
Figura 1.17. Posición γ e inclinación α	15
Figura 1.18. Comprobación del centrado de la tela. Entrada del triángulo	16
Figura 1.19. Comprobación del centrado de la tela. Salida del triángulo.....	17
Figura 1.20. Resultado prueba 1	18
Figura 1.21. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 2.....	19
Figura 1.22. Resultado prueba 2	19
Figura 1.23. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 3.....	20
Figura 1.24. Resultado prueba 3	21
Figura 1.25. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 4.....	22
Figura 1.26. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 5.....	23
Figura 1.27. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 6.....	24
Figura 1.28. La tela entra sin tensar en los rodillos y cada vez se produce más arruga. Prueba 7	25
Figura 1.29. La tela entra sin tensar en los rodillos. Prueba 9.....	26
Figura 1.30. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 10.....	27
Figura 1.31. Resultado de la repetición de la prueba 1	28
Figura 1.32. Repetición prueba 2. Tela abombada.....	28
Figura 1.33. Repetición prueba 2. Lo más tensa posible.....	29
Figura 1.34. Repetición prueba 3. Arrugas	29
Figura 1.35. Resultado de la repetición de la prueba 3	30
Figura 1.36. Configuración prueba 3	30
Figura 1.37. Rodillo de entrada suelto	31
Figura 1.38. Rodillo de salida en voladizo.....	31
Figura 1.39. Sistema de agarre de rodillos de entrada y salida	32
Figura 1.40. Triángulo demasiado cerca del borde de los rodillos.....	33
Figura 1.41. Nueva posición para el soporte del triángulo.....	33
Figura 1.42. Elevación para el soporte del triángulo.....	33
Figura 1.43. La tela no baja recta, se abomba	34
Figura 1.44. Sistema de barras intermedias.....	34
Figura 1.45. Rodillos juntos muy cortos	34
Figura 1.46. Varilla flectada.....	35
Figura 1.47. Antideslizamiento de los rodillos.....	35
Figura 1.48. Pico del triángulo y rueda loca que se puede utilizar para solventar ese problema	35
Figura 1.49. Faltan casquillos	36
Figura 1.50. Ideas de posibles sistemas de agarre de la tela al rodillo de salida	36
Figura 1.51. Guiador de banda.....	37
Figura 1.52. Necesidad de freno a la entrada	37
Figura 1.53. Carcasa reductora.....	38
Figura 1.54. Agarre cónico suelto	38
Figura 3.1. Componentes del sistema de guiado de banda.....	40
Figura 3.2. Sistema de guiado de banda.....	40
Figura 3.3. Guiador de banda por borde.....	41
Figura 3.4. Guiador de banda por línea.....	41
Figura 3.5. Guiador de banda por centro.....	41

Figura 3.6. Guiador de banda por borde o centro para desenrollado.....	42
Figura 3.7. Guiador de banda por línea para desenrollado.....	42
Figura 3.8. Guiador de banda por borde o centro para enrollado.....	43
Figura 3.9. Guiador de banda por línea para enrollado.....	43
Figura 3.10. Marco guiador rotativo.....	44
Figura 3.11. Rodillo guiador oscilante.....	44
Figura 3.12. Carril motorizado para fotografía y vídeo.....	45
Figura 3.13. Sensores de horquilla.....	45
Figura 3.14. Diseño final.....	46
Figura 3.15. Conjunto sensores.....	47
Figura 3.16. Guías.....	47
Figura 3.17. Capuchones.....	47
Figura 3.18. Conjunto guiado de banda.....	48
Figura 3.19. Subconjunto pivotante.....	48
Figura 3.20. Subconjunto rodillo.....	49
Figura 3.21. Subconjunto carro.....	50
Figura 3.22. Subconjunto motor.....	50
Figura 3.23. Subconjunto guía.....	51
Figura 3.24. Subconjunto polea.....	51
Figura 3.25. Carcasa placa.....	52
Figura 3.26. PCB.....	52
Figura 3.27. Cableado.....	53
Figura 3.28. Puente en H.....	54
Figura 3.29. Circuito inversor y paro.....	54
Figura 3.30. Modos de funcionamiento del motor.....	54
Figura 3.31. Circuito de test de los sensores.....	55
Figura 3.32. Circuito final.....	55
Figura 3.33. Entradas y salidas.....	56
Figura 3.34. Funcionamiento.....	56
Figura 3.35. Diagrama de funcionamiento.....	57
Figura 4.1. Correa.....	59
Figura 4.2. Polea motriz.....	60
Figura 4.3. Ruedas.....	60
Figura 4.4. Rodamientos lineales.....	61
Figura 4.5. Rodamiento radial.....	61
Figura 4.6. Motor.....	62
Figura 4.7. Sensores.....	62
Figura 4.8. Final de carrera.....	62
Figura 4.9. Interruptor.....	63
Figura 4.10. Pulsador.....	63
Figura 4.11. Relé.....	64
Figura 4.12. Paso 1 del montaje.....	64
Figura 4.13. Paso 2 del montaje.....	65
Figura 4.14. Paso 3 del montaje.....	65
Figura 4.15. Paso 4 del montaje.....	65
Figura 4.16. Paso 5 del montaje.....	66
Figura 4.17. Paso 6 del montaje.....	66
Figura 4.18. Paso 7 del montaje.....	67
Figura 4.19. Paso 8 del montaje.....	67
Figura 4.20. Paso 9 del montaje.....	67
Figura 4.21. Paso 10 del montaje.....	68
Figura 4.22. Paso 11 del montaje.....	68
Figura 4.23. Paso 12 del montaje.....	69
Figura 4.24. Paso 13 del montaje.....	69
Figura 4.25. Paso 14 del montaje.....	69
Figura 4.26. Paso 15 del montaje.....	70
Figura 4.27. Paso 16 del montaje.....	70
Figura 4.28. Paso 17 del montaje.....	71
Figura 4.29. Paso 18 del montaje.....	71
Figura 4.30. Paso 19 del montaje.....	71
Figura 4.31. Resultado del montaje.....	72
Figura 5.1. Movimiento del carro para el centrado de tela 1.....	74
Figura 5.2. Movimiento del carro para el centrado de tela 2.....	74

Figura 5.3. Posición inicial de la tela	74
Figura 5.4. Posición inicial del sistema de guiado	75
Figura 5.5. Posición final de la tela	75
Figura 5.6. Posición final del sistema de guiado	75

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.1. Posibles posiciones	12
Tabla 1.2. Pruebas	16
Tabla 1.3. Preparación prueba 1	17
Tabla 1.4. Resultado prueba 1	17
Tabla 1.5. Preparación prueba 2	18
Tabla 1.6. Resultado prueba 2	18
Tabla 1.7. Preparación prueba 3	20
Tabla 1.8. Resultado prueba 3	20
Tabla 1.9. Preparación prueba 4	21
Tabla 1.10. Resultado prueba 4	21
Tabla 1.11. Preparación prueba 5	22
Tabla 1.12. Resultado prueba 5	22
Tabla 1.13. Preparación prueba 6	23
Tabla 1.14. Resultado prueba 6	23
Tabla 1.15. Preparación prueba 7	24
Tabla 1.16. Resultado prueba 7	24
Tabla 1.17. Preparación prueba 8	25
Tabla 1.18. Resultado prueba 8	25
Tabla 1.19. Preparación prueba 9	26
Tabla 1.20. Resultado prueba 9	26
Tabla 1.21. Preparación prueba 10	27
Tabla 1.22. Resultado prueba 10	27
Tabla 2.1. Especificaciones de diseño	39
Tabla 4.1. Lista de materiales	58
Tabla 4.2. Tornillería	59

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Este proyecto comienza como petición de una empresa de productos textiles desechables, “Santexdeshechables”, a la Universidad de Oviedo. Se requiere una máquina que sea capaz de doblar rollos de tela de forma automática y continua a la mitad de su ancho. Dentro de los principales requisitos se encuentran que sea económico, de fácil manejo y rentable en cuanto a tiempo de producción, comparándolo con el tiempo que se tarda doblando la tela a mano.

El propio empresario interesado hace un primer estudio de máquinas existentes en el mercado, y una alumna de Ingeniería Técnica Industrial finaliza ese estudio y lleva a cabo el diseño y fabricación de un primer prototipo mecánico.

El objetivo de este proyecto es comprobar el funcionamiento de ese primer prototipo, mejorarlo y adaptarlo en la medida de lo posible, implementando también la parte electrónica y de control necesaria para que trabaje correctamente de manera automática.

1.1. ESTUDIO DE ANTECEDENTES

Antes de comenzar a trabajar físicamente en el prototipo, se estudia la documentación aportada tanto por el tutor académico como por la alumna que realizó el prototipo mecánico. También se realiza un nuevo estudio de antecedentes y búsqueda de nuevas ideas.

Con este nuevo estudio se intenta ampliar conocimientos e ir familiarizándose con el tema. De esta manera, a la hora de realizar las pruebas, se tendrá una idea más clara de cuáles podrían ser los fallos a los que nos enfrentemos y será más sencillo determinar la mejor solución para cada uno de ellos, ayudando también a decidir cómo implementar la parte automática.

Existen diferentes sistemas para conseguir doblar la tela a la mitad. A continuación se comentarán los sistemas sopesados para hacernos una idea de a que nos enfrentamos y comprender mejor el objetivo de este proyecto.

1.1.1. SISTEMA DE RODILLOS

Este sistema se basa en unos rodillos que hacen de guía para la tela. Se comienza con el primero de ellos paralelo al rodillo de entrada, en el cual se encuentra enrollada la tela sin doblar. Los demás rodillos van cambiando la inclinación poco a poco hasta 180°. Así se consigue que la tela se doble progresivamente hasta enrollarse con la mitad de su ancho en el rodillo final, que es paralelo al último de los que forman el sistema (figura 1.1).

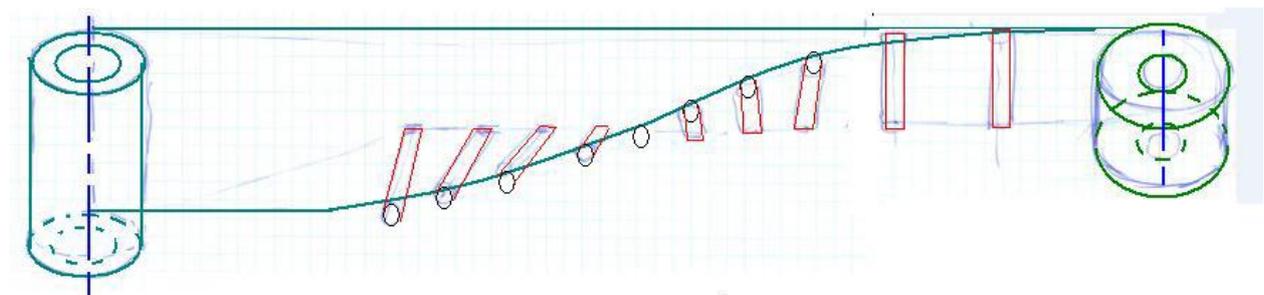


Figura 1.1. Sistema de rodillos. Ejemplo 1

El mismo sistema puede variar, por ejemplo, los rodillos pueden ir cambiando su inclinación de los dos lados de la tela hasta 90° , siendo el rodillo de salida perpendicular al de entrada (figura 1.2).

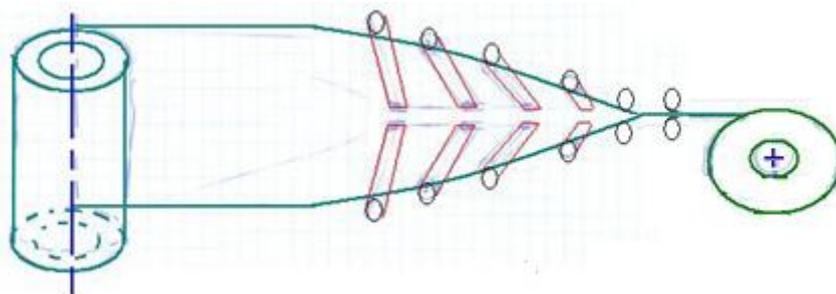


Figura 1.2. Sistema de rodillos. Ejemplo 2

1.1.2. SISTEMA CON ELEMENTO INTERMEDIO

Este sistema se basa en un elemento intermedio que obligue a la tela a doblarse al pasar por él. Este elemento suele ser un triángulo, el cual puede situarse de diferentes maneras. Es el sistema más utilizado industrialmente, es compacto y aparentemente sencillo y económico. Es el elegido como primer prototipo en el presente proyecto, así que se explicará en detalle más adelante. En las figuras de 1.3 a 1.6 se pueden ver algunas de estas soluciones.

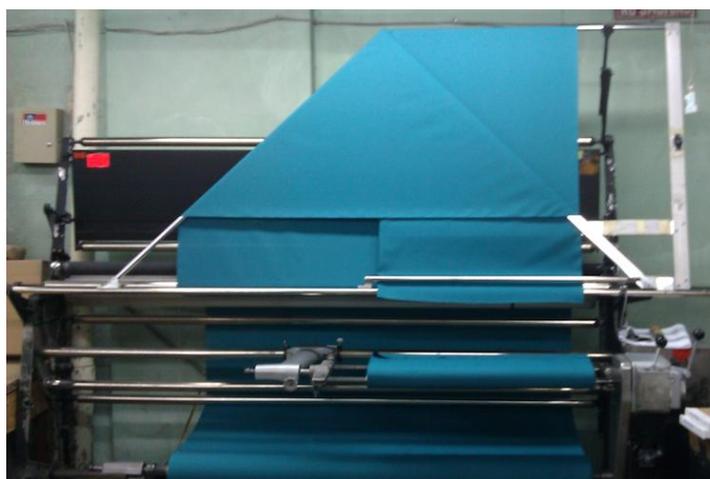


Figura 1.3. Sistema con triángulo paralelo a la tela



Figura 1.4. Sistema con triángulo en ángulo con la tela



Figura 1.5. Sistema con triángulo perpendicular a la tela



Figura 1.6. Sistema con elemento intermedio: Máquina dobladora de pañuelos de papel

1.2. PRIMER PROTOTIPO

En este apartado se hará una breve explicación del primer prototipo para tener una idea clara del estado de la máquina, antes de las modificaciones llevadas a cabo durante este proyecto, y entender mejor las pruebas realizadas y los fallos encontrados.

El mecanismo elegido para construir el primer prototipo fue de triángulo en ángulo con la tela, además, el sistema diseñado permite diferentes inclinaciones para realizar pruebas en distintas posiciones del triángulo.

Se realiza un prototipo lo más económico posible y a escala, recordando que su objetivo principal es poder comprobar el correcto funcionamiento del sistema. Debido a esto se simplifican algunos aspectos. La máquina final debe poder doblar telas de diferentes anchos, pero este primer prototipo solo es válido para un ancho. Tampoco se cumple la especificación de que sea automático, ya que esto entra dentro de los objetivos del presente proyecto.

En lugar de la automatización completa del prototipo, se implementa un sistema de motor de corriente continua y una reductora que se conecta al rodillo de salida. Se calculó la fuerza de tiro necesaria mediante medidas y ensayos sobre el prototipo ya montando. El motor se controla con

dos botones, uno de encendido y otro de paro, y gira siempre en el mismo sentido y a la misma velocidad.

Es un prototipo muy versátil. Posee diferentes posiciones para algunos de sus elementos más importantes. Se puede modificar la posición de la estructura que soporta el triángulo, la separación entre algunos rodillos y la inclinación del propio triángulo. Todo ello ayuda a realizar diferentes pruebas con la misma máquina.

En la siguiente imagen se puede ver el primer prototipo montado, con el motor conectado y con la tela colocada.

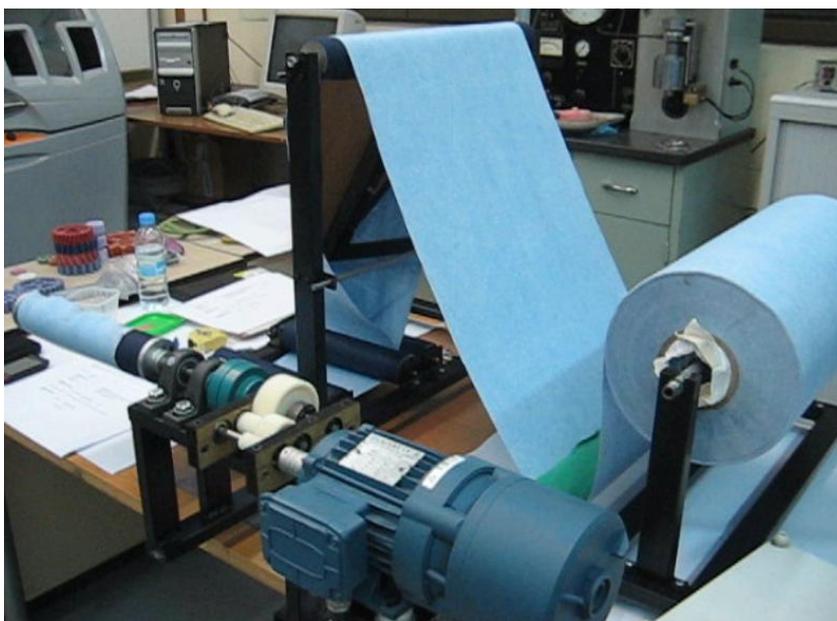


Figura 1.7. Estado del prototipo antes de realizar modificaciones

1.2.1. MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA

El primer contacto con la máquina, en lo referente a este proyecto, fue para ayudar a la estudiante que realizó el prototipo mecánico a conectar un motor de corriente continua y comprobar el mecanismo.

Como se dijo anteriormente, no se realiza todavía ninguna automatización, solo se conecta el motor directamente, controlando únicamente el encendido y apagado con un par de botones ubicados en la caja eléctrica.

Se utiliza un motor disponible en el taller, el cual fue utilizado en otro proyecto antiguo, y que ya se encuentra conectado a un circuito eléctrico (figura 1.8 y 1.9). Se comprueba dicho circuito, buscando cada uno de sus componentes y conexiones, y se llega a la conclusión de que es válido para nuestras necesidades. Se pueden ver los planos eléctricos, referentes a la conexión del motor, en el documento "*Planos*" del presente proyecto.

La conexión del motor es muy sencilla, dotándole simplemente de los sistemas de seguridad adecuados, en este caso un disyuntor de protección de motor, un contactor de potencia y un interruptor termomagnético.

Además de la parte eléctrica, es necesario el diseño y fabricación de una reductora, la encargada de realizar esta tarea es la misma alumna encargada del primer prototipo mecánico.



Figura 1.8. Motor de corriente continua utilizado



Figura 1.9. Cuadro eléctrico del motor

1.2.2. PRUEBAS

Una vez estamos familiarizados con el prototipo y se ha conectado el motor, se pasa a realizar pruebas para observar el funcionamiento en las distintas posiciones que nos permite la máquina y decidir cuál de ellas es la más adecuada. Además, determinaremos los cambios y mejoras necesarios para que funcione correctamente.

Se realizaron 10 pruebas, midiendo desviaciones de la tela y tomando anotaciones sobre el comportamiento en cada una de las posiciones.

OBJETIVOS DE LAS PRUEBAS

Los objetivos de estas pruebas son:

- Conocer el estado de la máquina.
- Determinar cuál es la posición de la máquina más adecuada.
- Encontrar fallos y posibles mejoras.

ELEMENTOS MÓVILES

Para determinar qué pruebas realizar, se tiene en cuenta cada una de las posibles posiciones de todos los elementos móviles de que consta la máquina. En la siguiente tabla se puede ver un resumen de cuántas posiciones puede tomar cada elemento o cuál es el método para moverlos.

POSIBLES POSICIONES	
Rodillo_entrada:	Circlip
Soporte_triáng:	7 posiciones
Inclinacion_triáng:	4 posiciones
Rodillos_juntos:	Guía-tornillo

Tabla 1.1. Posibles posiciones

- El rodillo de entrada respecto a su propio eje:

No se implementó ningún sistema de agarre para el rodillo en este primer prototipo. Éste se unió al eje mediante dos rodamientos provisionales que no son adecuados, además, el propio eje gira libre, por lo que tampoco está estable respecto a la estructura. En la figura 1.10 se puede ver la situación del rodillo de entrada. Como este elemento no debería ser móvil, se fija mediante dos circlips en la posición más adecuada. Ésta posición se consigue centrando lo más posible el rodillo para que el centro de la tela quede alineado con el pico del triángulo. Así se pueden realizar las pruebas disminuyendo la posibilidad de que aparezcan desviaciones por la desalineación del centro de la tela con el pico del triángulo. Se centra la tela y el triángulo sabiendo sus medidas y comprobándolo manualmente. En la figura 1.11 se puede ver la posición del rodillo respecto de la propia estructura una vez se colocaron los circlips.



Figura 1.10. Rodillo de entrada

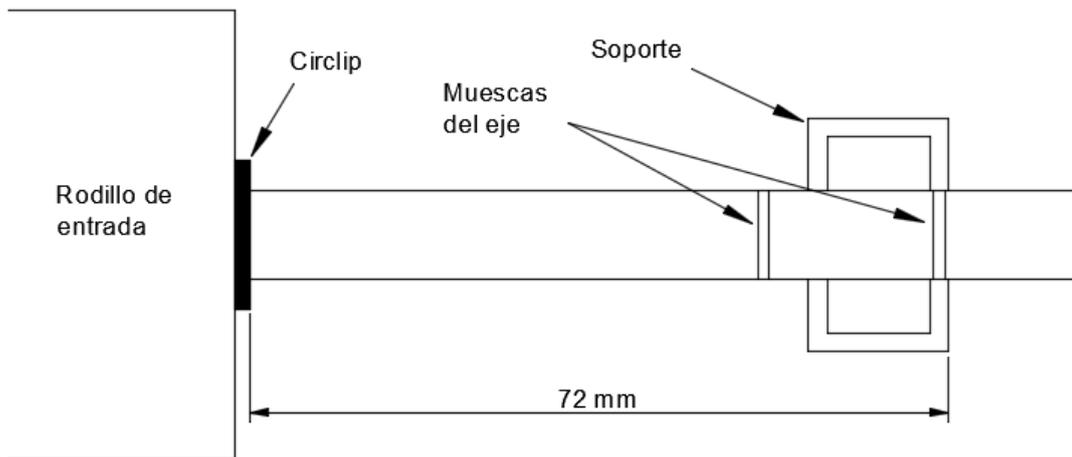


Figura 1.11. Posición rodillo

- La posición del soporte del triángulo a lo largo de la estructura base de la máquina:
 El triángulo se puede mover longitudinalmente sobre la propia base de la máquina gracias a que está unida a ella mediante unión atornillada. Se dotó al perfil al que va unido de agujeros para poder colocarlo a 7 distancias diferentes. En la figura 1.12 se puede ver el sistema de unión de ambas partes de la máquina, mientras que en la figura 1.13 se enumera cada posición a la que se hará referencia más adelante.

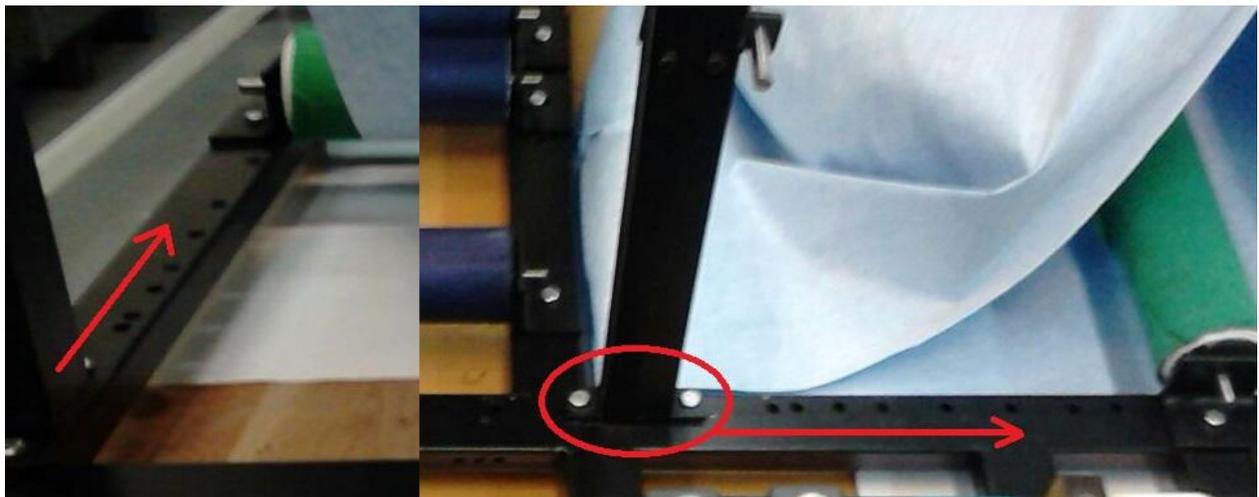


Figura 1.12. Soporte del triángulo

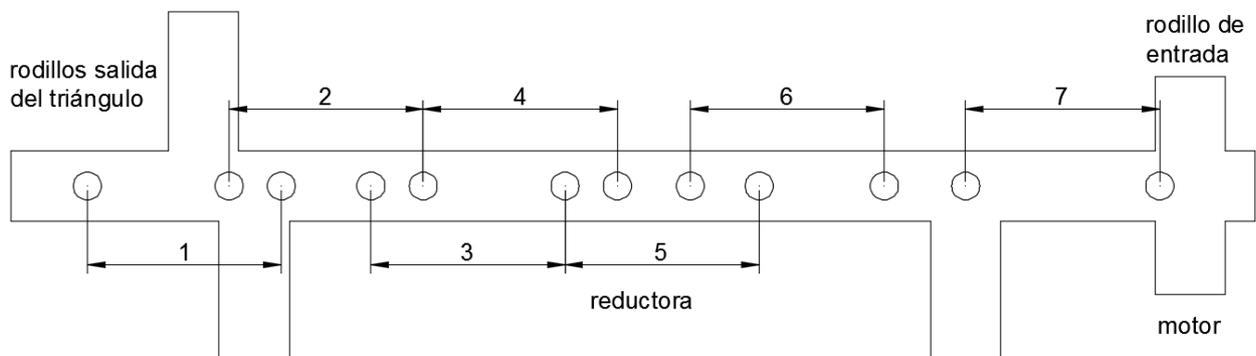


Figura 1.13. Posibles posiciones del soporte del triángulo

- La inclinación del triángulo:

Se dota al triángulo de un mecanismo que le permite adoptar 4 inclinaciones distintas. En la figura 1.14 se puede ver el propio mecanismo y en la figura 1.15 la numeración de cada posición a la que se hará referencia más adelante.



Figura 1.14. Sistema de inclinación del triángulo

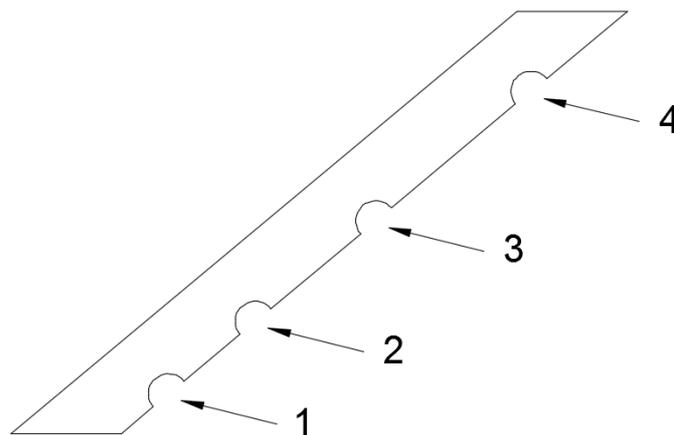


Figura 1.15. Posibles inclinaciones del triángulo

- Distancia entre los dos rodillos que se encuentran juntos a la salida del triángulo:

Se puede modificar la distancia entre ellos ya que poseen una unión mediante una guía-tornillo, pero se decide mantenerlos fijos en todas las pruebas en una posición que permita manejar la tela con facilidad entre ellos y que no la apriete demasiado. En todas las pruebas la separación elegida es de 70 mm.

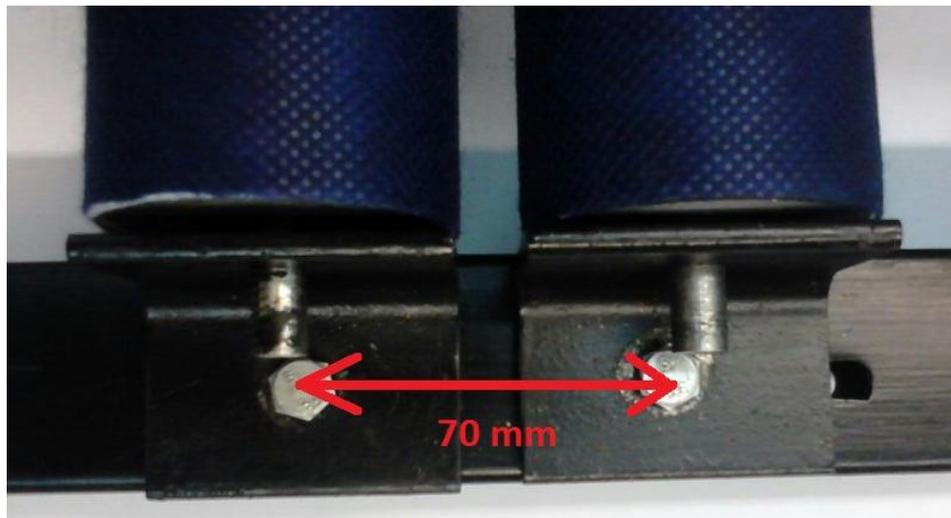


Figura 1.16. Rodillos a la salida del triángulo

PREPARACIÓN

Se decide qué pruebas realizar teniendo en cuenta que hay combinaciones de posiciones inviables debido a la geometría de la máquina. En la figura 1.17 se puede ver un ejemplo con la posición 7^a del soporte y la inclinación 1^a del triángulo, que conllevan que la tela quede fuera de los límites de los rodillos a la salida del triángulo. Lo mismo pasa con otras combinaciones.

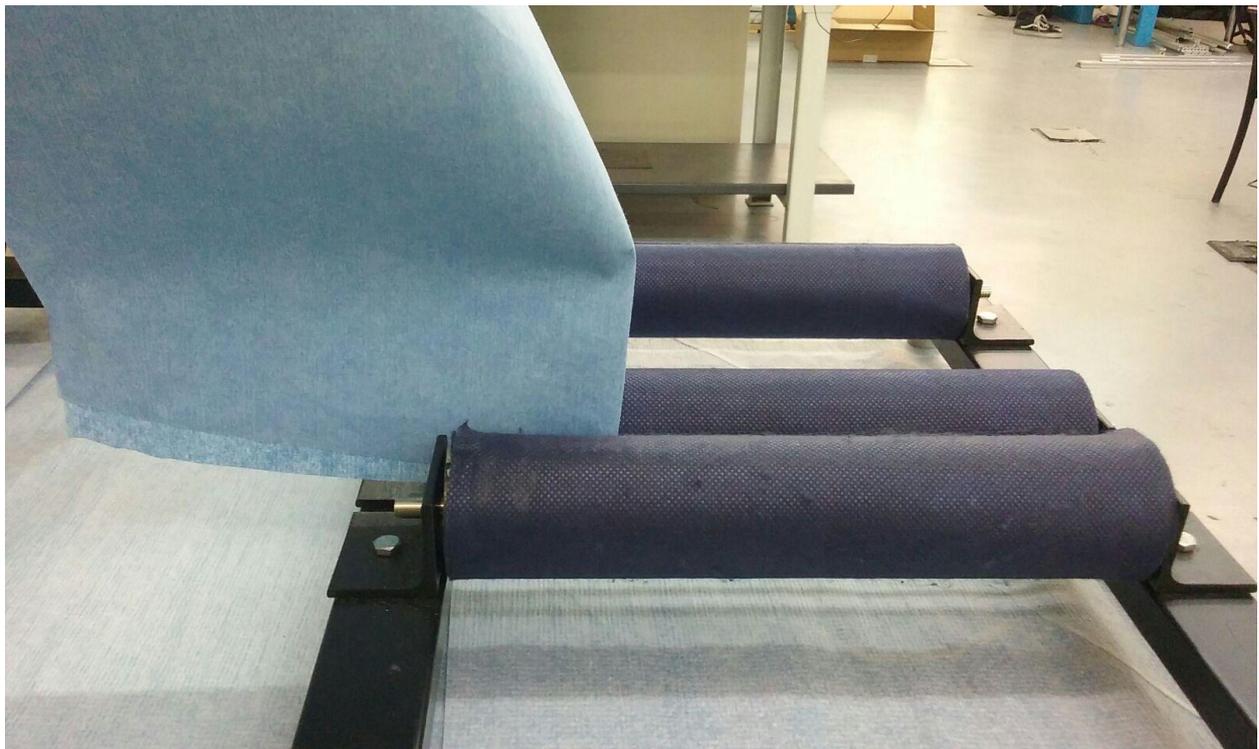


Figura 1.17. Posición 7 e inclinación 1

En la tabla 1.2 se resumen las pruebas realizadas y la nomenclatura que se usará para referirse a ellas. En total se realizan 10 pruebas, midiendo la desviación de la tela y tomando anotaciones sobre el comportamiento en cada una de ellas.

	Posición	Inclinación
1 prueba	2ª	2ª
2 prueba	2ª	1ª
3 prueba	1ª	1ª
4 prueba	3ª	2ª
5 prueba	3ª	3ª
6 prueba	4ª	2ª
7 prueba	4ª	3ª
8 prueba	5ª	3ª
9 prueba	5ª	4ª
10 prueba	6ª	4ª

Tabla 1.2. Pruebas

RESULTADOS

En este apartado se explicará el proceso seguido para cada una de las pruebas. Primero se indicará la preparación de la máquina y cómo queda la tela colocada en esa posición. A continuación se realizan dos pruebas, una a mano y otra con el motor. Finalmente se llevan a cabo mediciones de las desviaciones y se explicará mediante palabra e imágenes el resultado.

El primer paso en todas las pruebas es el de colocar la tela. En las figuras 1.18 y 1.19 se puede ver un ejemplo de cómo se comprueba que la tela se encuentra centrada, midiendo tanto a la entrada del triángulo como en su pico.



Figura 1.18. Comprobación del centrado de la tela. Entrada del triángulo

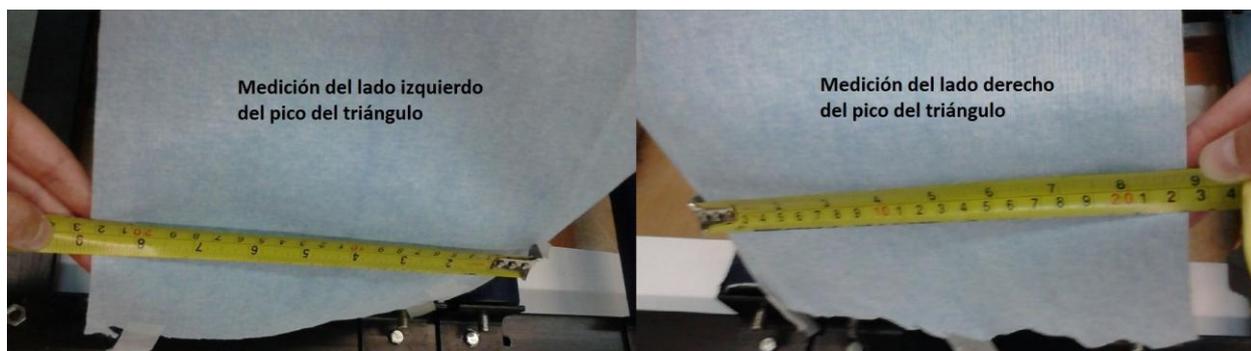


Figura 1.19. Comprobación del centrado de la tela. Salida del triángulo

- Prueba 1:

PREPARACIÓN	Tela centrada:	SI
Inclinación: 2 Soporte: 2	Diferencia entre centro triángulo y centro tela	0mm
Rodillos juntos: 70mm Circlip: 72mm	Entre pico y borde izq tela: 22,25cm Entre pico y borde dch tela: 22,25cm	0mm

Tabla 1.3. Preparación prueba 1

A mano		
Tiramos más de 1,8m	Diferencia en dobléz	20mm
	Diferencia entre centros	0mm
(hay diferencia de dobléz hacia la izquierda en el pico pero se mantiene la distancia entre centros nula)		
Motor		
Tiramos casi 1m	Diferencia en dobléz	15mm
	Diferencia entre centros	0mm

Tabla 1.4. Resultado prueba 1

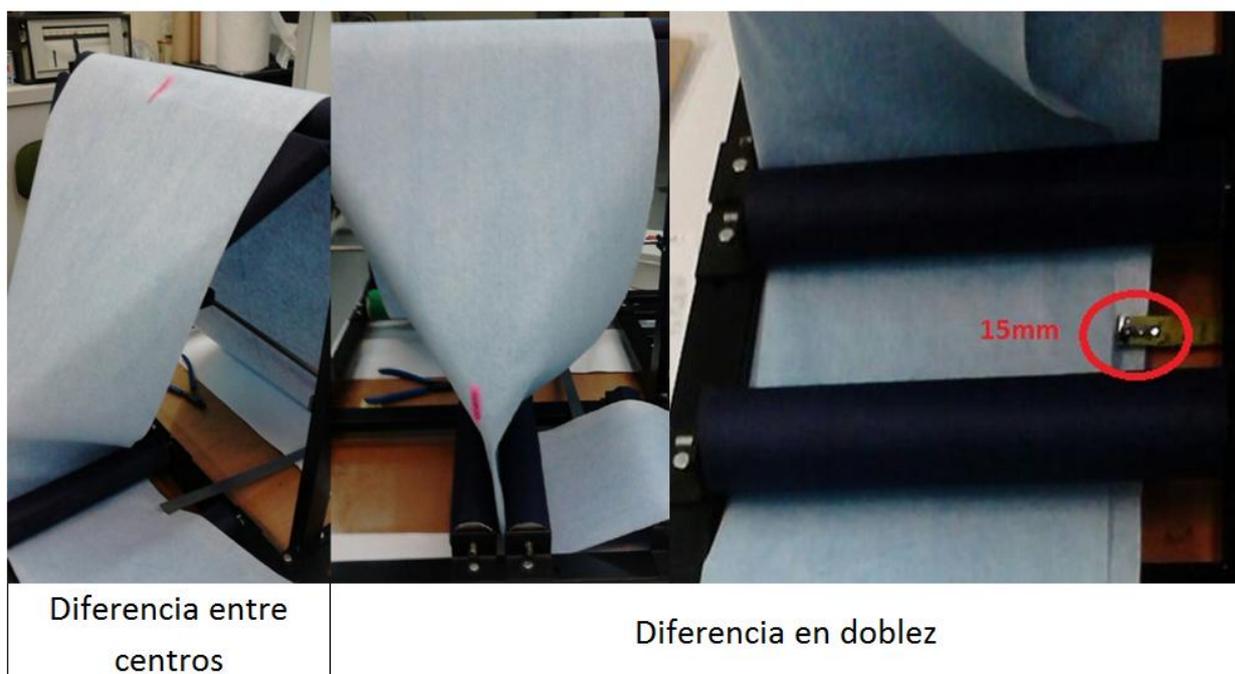


Figura 1.20. Resultado prueba 1

- Prueba 2:

PREPARACIÓN	Tela centrada:	SI
Inclinación: 1 Soporte: 2	Diferencia entre centro triangulo y centro tela	0mm
Rodillosjuntos: 70mm Circlip: 72mm	Entre pico y borde izq tela: 22,25cm Entre pico y borde dch tela: 22,25cm	0mm

Tabla 1.5. Preparación prueba 2

A mano		
Tiramos más de 2,5m	Diferencia en dobléz	25mm
	Diferencia entre centros	0mm
(desviación muy pequeña y por el otro lado de la tela en comparación con la prueba 1)		
Motor		
Tiramos más de 1m	Diferencia en dobléz	casi 0
	Diferencia entre centros	0mm
(en cuanto empieza a haber arruga el motor no puede)		

Tabla 1.6. Resultado prueba 2



Figura 1.21. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 2



Figura 1.22. Resultado prueba 2

- Prueba 3:

PREPARACIÓN	Tela centrada:	SI
Inclinacion: 1 Soporte: 1	Diferencia entre centro triangulo y centro tela	0mm
Rodillosjuntos: 70mm Circlip: 72mm	Entre pico y borde izq tela: 22,25cm Entre pico y borde dch tela: 22,25cm	0mm

Tabla 1.7. Preparación prueba 3

A mano		
Tiramos más de 2,2m	Diferencia en dobléz	15mm
	Diferencia entre centros	0mm
(Arruga en el pico muy rápido. Muy poca desviacion que aumenta con la arruga, por el lado de debajo de la tela)		
Motor		
No puede		

Tabla 1.8. Resultado prueba 3

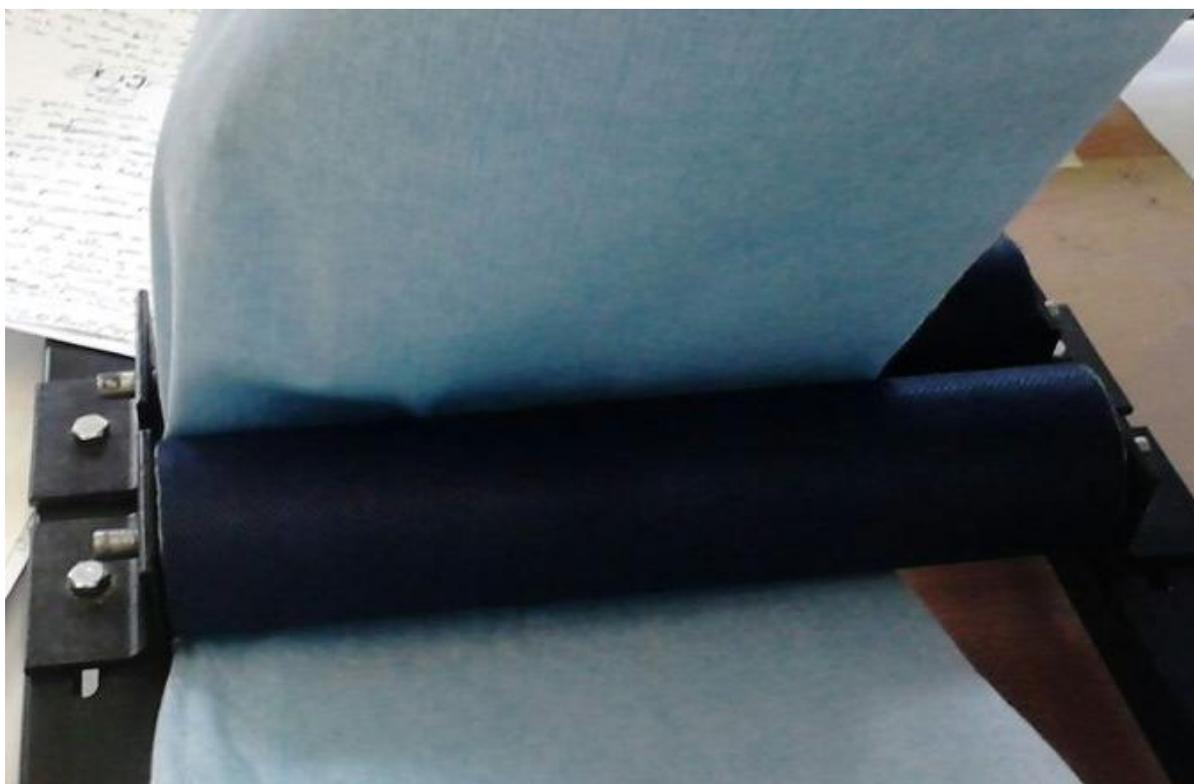


Figura 1.23. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 3

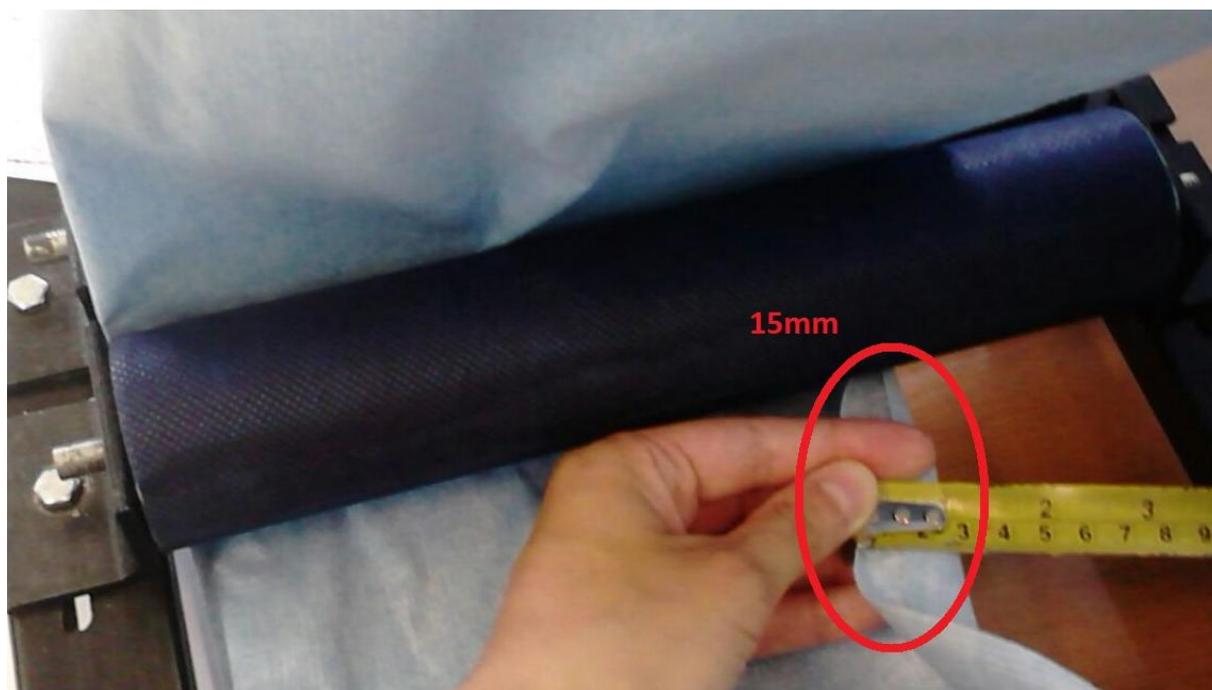


Figura 1.24. Resultado prueba 3

- Prueba 4:

PREPARACIÓN	Tela centrada:	SI
Inclinacion: 2 Soporte: 3	Diferencia entre centro triangulo y centro tela	0mm
Rodillosjuntos: 70mm Circlip: 72mm	Entre pico y borde izq tela: 22,25cm Entre pico y borde dch tela: 22,25cm	0mm

Tabla 1.9. Preparación prueba 4

A mano		
Tiramos 1,2m	Diferencia en dobléz	30mm
	Diferencia entre centros	0mm
(Arruga en la parte derecha, se engancha con los rodillo y hay que hacer demasiada fuerza)		
Motor		
No puede		

Tabla 1.10. Resultado prueba 4

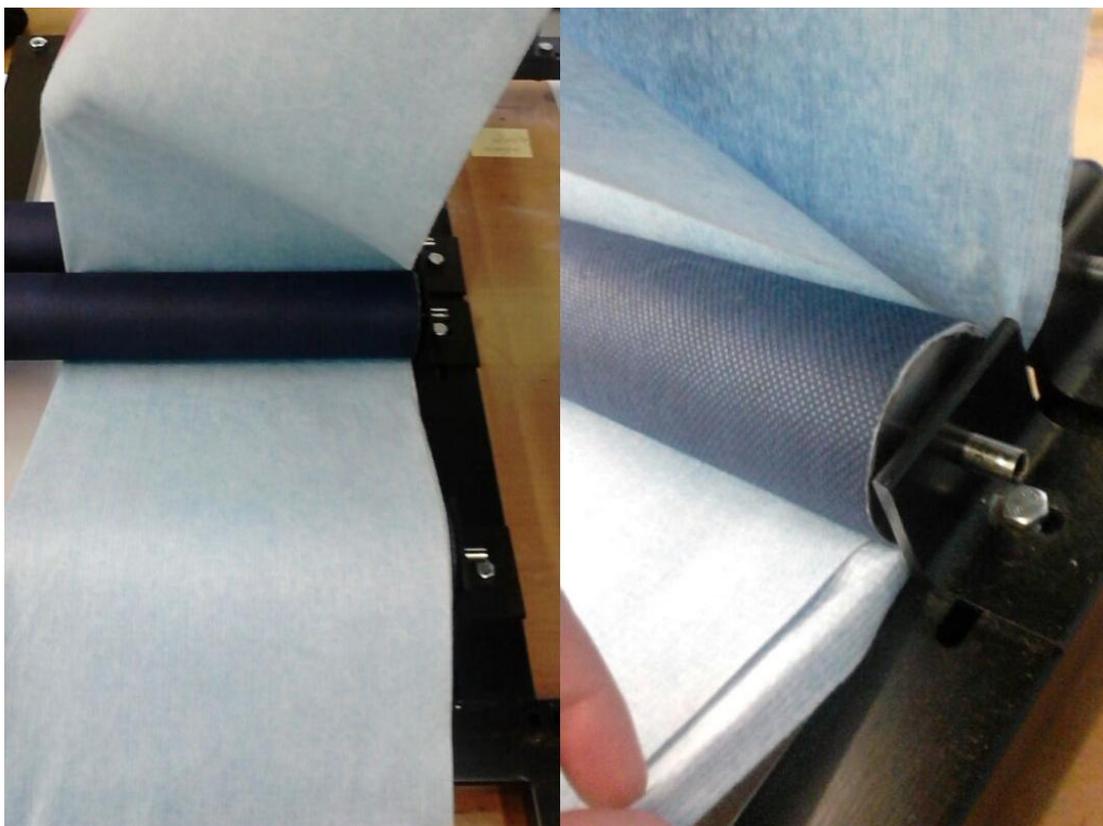


Figura 1.25. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 4

- Prueba 5:

PREPARACIÓN	Tela centrada:	SI
Inclinacion: 3 Soporte: 3	Diferencia entre centro triangulo y centro tela	0mm
Rodillosjuntos: 70mm Circlip: 72mm	Entre pico y borde izq tela: 22,25cm Entre pico y borde dch tela: 22,25cm	0mm

Tabla 1.11. Preparación prueba 5

A mano		
Tiramos 1,4m	Diferencia en doblez	40mm
	Diferencia entre centros	0mm
(Arruga en la parte izquierda, se atasca y cada vez hay que hacer mas fuerza)		
Motor		
No puede		

Tabla 1.12. Resultado prueba 5

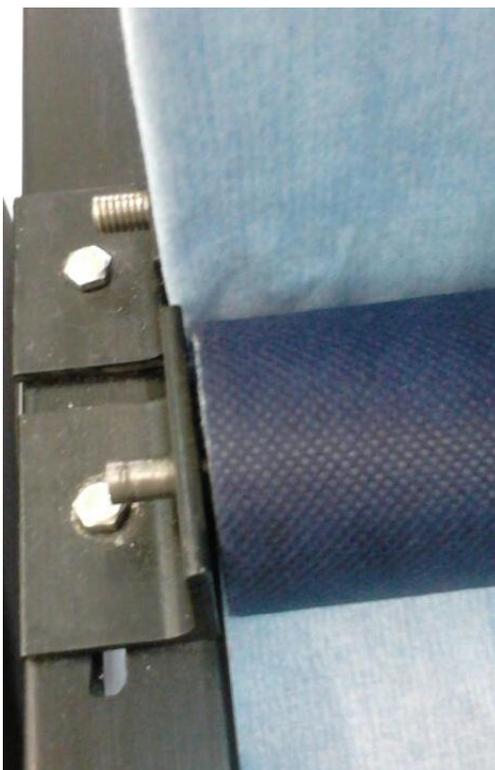


Figura 1.26. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 5

- Prueba 6:

PREPARACIÓN	Tela centrada:	SI
Inclinacion: 2 Soporte: 4	Diferencia entre centro triangulo y centro tela	0mm
Rodillosjuntos: 70mm Circlip: 72mm	Entre pico y borde izq tela: 22,25cm Entre pico y borde dch tela: 22,25cm	0mm

Tabla 1.13. Preparación prueba 6

A mano	No puede
(Va muy mal, arruga en la parte derecha haciendo que se trabe)	
Motor	No puede

Tabla 1.14. Resultado prueba 6



Figura 1.27. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 6

- Prueba 7:

PREPARACIÓN	Tela centrada:	SI
Inclinación: 3 Soporte: 4	Diferencia entre centro triangulo y centro tela	0mm
Rodillosjuntos: 70mm Circlip: 72mm	Entre pico y borde izq tela: 22,25cm Entre pico y borde dch tela: 22,25cm	0mm

Tabla 1.15. Preparación prueba 7

A mano		
Tiramos 1,5m	Diferencia en doblez	25mm
	Diferencia entre centros	0mm
(La tela esta muy suelta, entrando sin tensar en los rodillos, y cada vez más arruga en la izquierda)		
Motor		
No puede		

Tabla 1.16. Resultado prueba 7

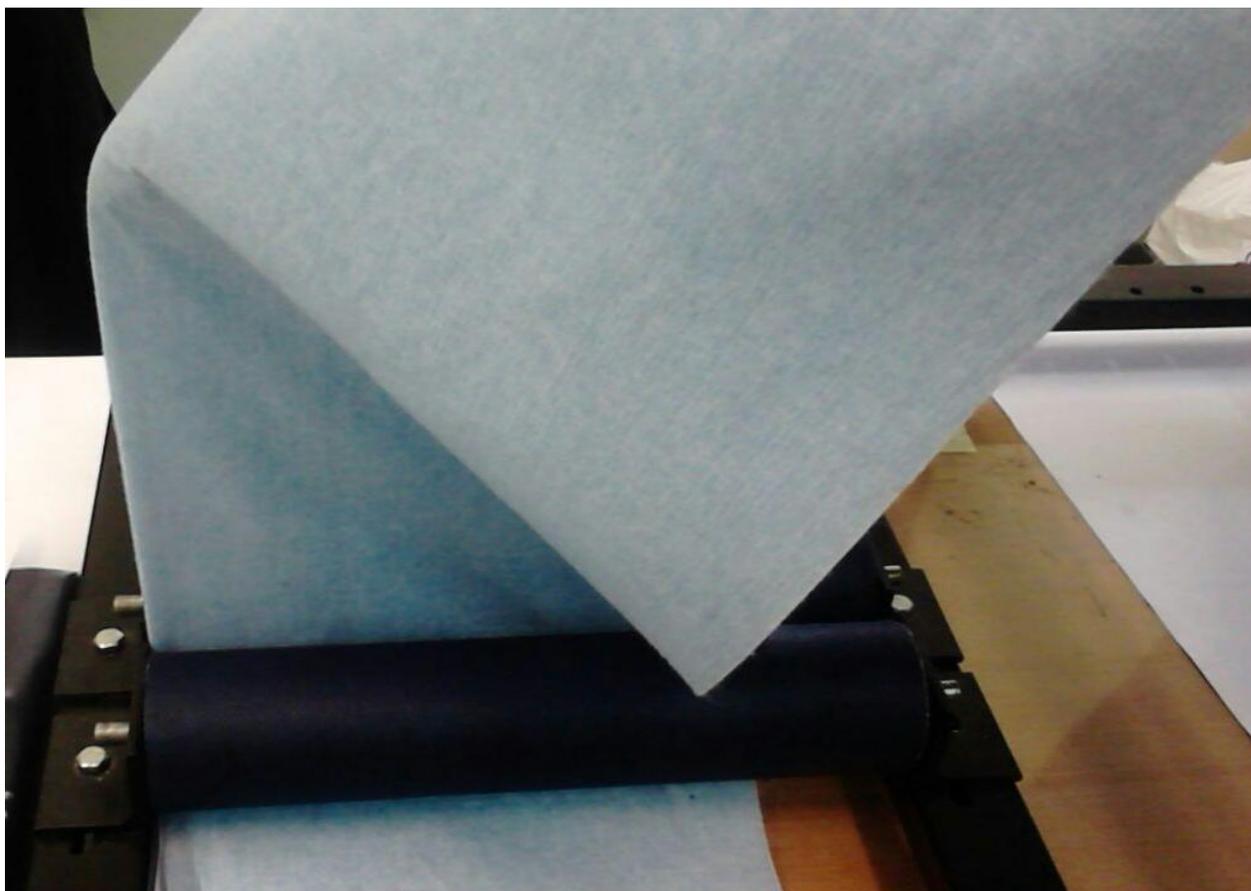


Figura 1.28. La tela entra sin tensar en los rodillos y cada vez se produce más arruga. Prueba 7

- Prueba 8:

PREPARACIÓN	Tela centrada:	SI
Inclinacion: 3 Soporte: 5	Diferencia entre centro triangulo y centro tela	0mm
Rodillosjuntos: 70mm Circlip: 72mm	Entre pico y borde izq tela: 22,25cm Entre pico y borde dch tela: 22,25cm	0mm

Tabla 1.17. Preparación prueba 8

A mano	No puede (Tela muy hacia la derecha, arruga que lo traba)
Motor	No puede

Tabla 1.18. Resultado prueba 8

- Prueba 9:

PREPARACIÓN	Tela centrada:	SI
Inclinacion: 4 Soporte: 5	Diferencia entre centro triangulo y centro tela	0mm
Rodillosjuntos: 70mm Circlip: 72mm	Entre pico y borde izq tela: 22,25cm Entre pico y borde dch tela: 22,25cm	0mm

Tabla 1.19. Preparación prueba 9

A mano		
Tiramos 1,6m	Diferencia en doblez	35mm
	Diferencia entre centros	Bastante
(Muy hacia la izquierda y entra sin tensar pero no se traba)		
Motor		
No puede		

Tabla 1.20. Resultado prueba 9



Figura 1.29. La tela entra sin tensar en los rodillos. Prueba 9

- Prueba 10:

PREPARACIÓN	Tela centrada:	SI
Inclinacion: 4 Soporte: 6	Diferencia entre centro triangulo y centro tela	0mm
Rodillosjuntos: 70mm Circlip: 72mm	Entre pico y borde izq tela: 22,25cm Entre pico y borde dch tela: 22,25cm	0mm

Tabla 1.21. Preparación prueba 10

A mano		
Tiramos 1,1m	Diferencia en dobléz	10mm
	Diferencia entre centros	0mm
(El triangulo se dobla un poco con el esfuerzo y la tela se mueve hacia la derecha, termina atascandose)		
Motor		
No puede		

Tabla 1.22. Resultado prueba 10



Figura 1.30. El motor no puede en cuanto empieza a haber arruga. Prueba 10

ELECCIÓN DE LA POSICIÓN MÁS FAVORABLE

Se seleccionan las pruebas que mejores resultados obtuvieron y se repiten para decidir cuál de ellas es la más adecuada. Las pruebas repetidas fueron la 1, la 2 y la 3.

- Prueba 1:

Se recoge algo más de 5m de tela y se obtiene una desviación de 8,5cm. En la figura 1.31 se puede ver el resultado.



Figura 1.31. Resultado de la repetición de la prueba 1

- Prueba 2:

No es posible colocar la tela correctamente. No queda tensa, siempre aparece abombada a la salida del triángulo (figura 1.32). Si la colocamos lo más tensa posible se sale de los rodillos (figura 1.33).

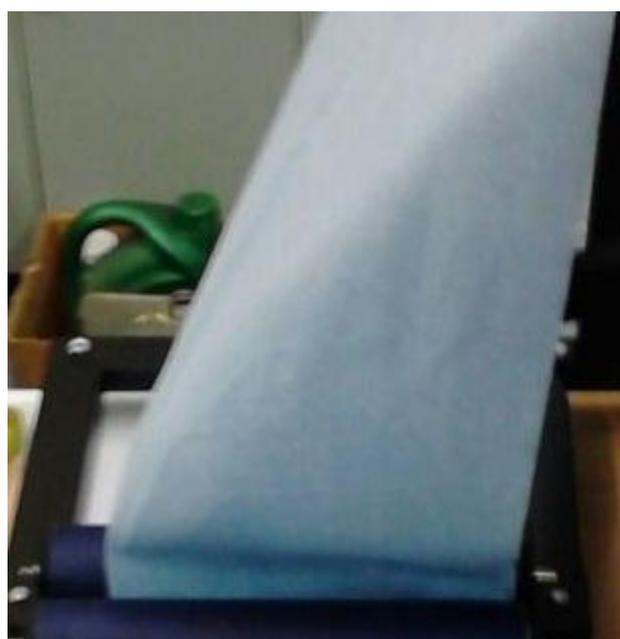


Figura 1.32. Repetición prueba 2. Tela abombada



Figura 1.33. Repetición prueba 2. Lo más tensa posible

- Prueba 3:

Se recogen unos 8,6m con muy poca desviación, pero con arrugas (figura 1.34). En la figura 1.35 se puede ver el resultado

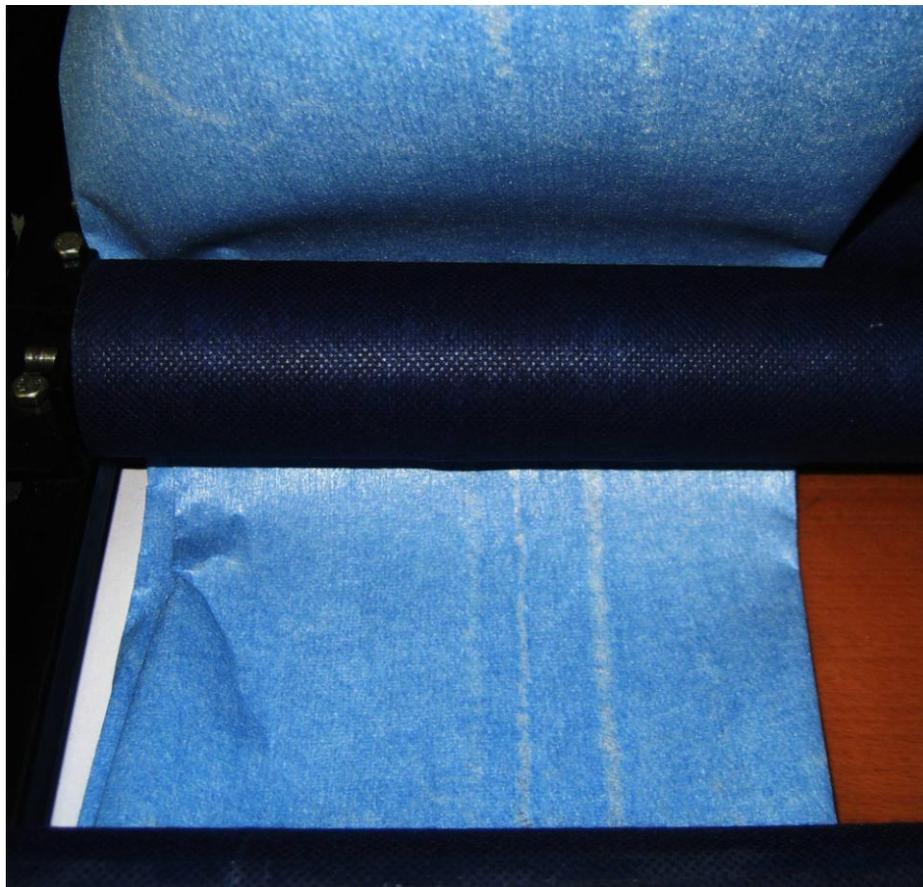


Figura 1.34. Repetición prueba 3. Arrugas

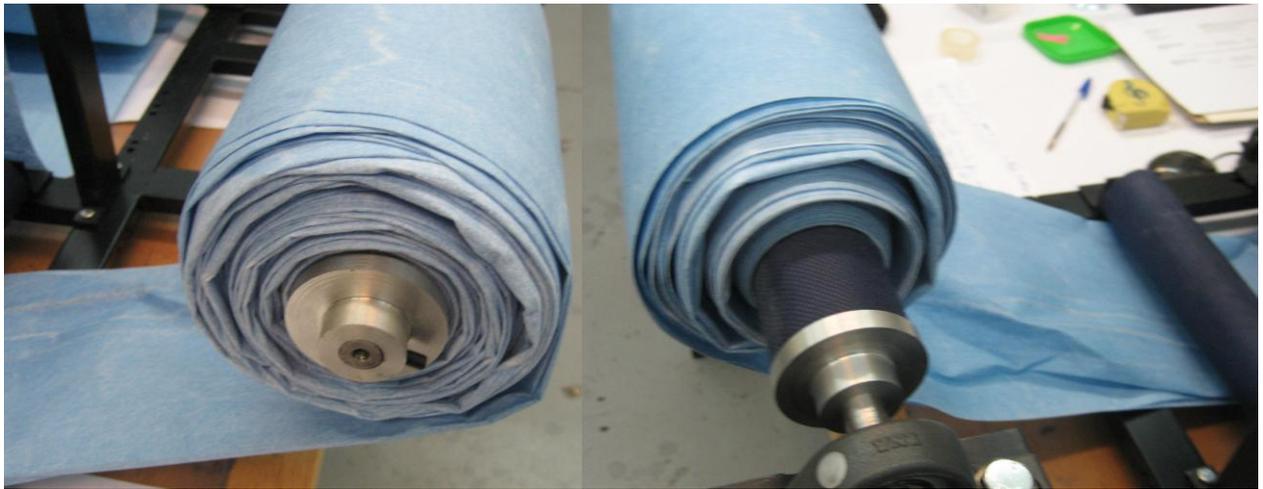


Figura 1.35. Resultado de la repetición de la prueba 3

Como se puede observar, la posición que mejores resultados ofrece es la número 3. Se adjunta a la documentación digital (carpeta 5 Archivos adicionales - Videos) un vídeo en el que se puede ver su funcionamiento.

1.2.3. CONCLUSIONES Y POSIBLES SOLUCIONES

La configuración más favorable, según los resultados de estas pruebas, es la correspondiente a la prueba número 3, que podemos observar en la figura 1.36. La prueba número 3 utiliza la primera inclinación del triángulo y la primera posición del soporte.

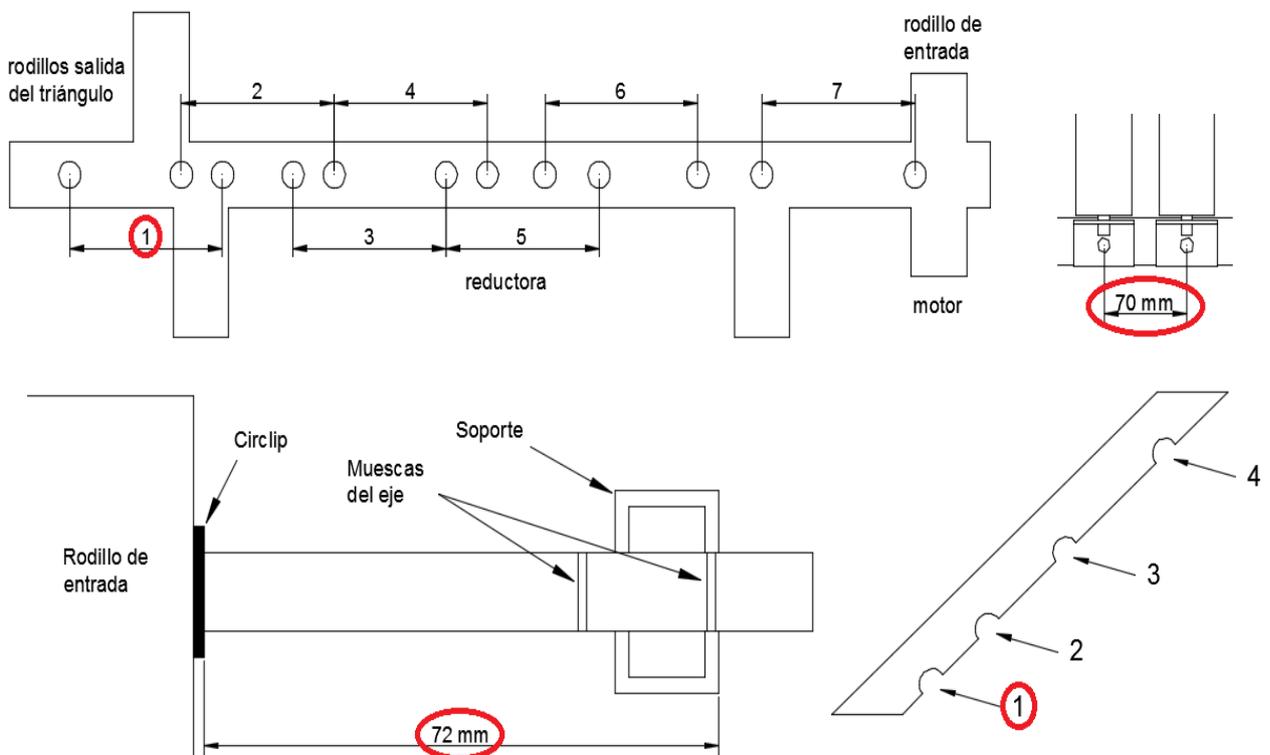


Figura 1.36. Configuración prueba 3

Ahora que se conoce el estado y funcionamiento de la máquina, se sacan las conclusiones y se estudian las posibles soluciones a cada problema hallado.

Se pueden observar numerosos fallos y errores de construcción y diseño que dificultan o impiden el correcto funcionamiento de la máquina. A continuación se numeran cada uno de ellos y se explican en detalle mediante texto e imágenes.

- Rodillo de entrada suelto:

Uno de los problemas más notables es que el rodillo de entrada de la máquina, donde se coloca la tela de anchura aun sin modificar, está unido al eje por unos rodamientos provisionales que no se ajustan al tamaño ni del eje ni del rodillo. En la figura 1.37 se observa como uno de los rodamientos se desplazó hacia dentro del rodillo durante las pruebas. Cuanto más se iba desplazando, más se incrementaba la resistencia que oponía el rodillo al giro, hasta llegar al punto en que se trabó por completo y se tuvo que desmontar y volver a montar. Para disminuir al máximo este error, mientras no se encuentra otra solución, se fijan los rodamientos con papel y a presión en el rodillo y con unos circlips al eje, como se explica en el apartado "1.2.2. Pruebas. Elementos móviles".



Figura 1.37. Rodillo de entrada suelto

- Rodillo de salida en voladizo:

Que el rodillo de salida esté en voladizo conlleva ciertas dificultades. El eje al que va unido el rodillo no es perfectamente recto, por lo que al girar no lo hace sobre un eje perfectamente horizontal. El extremo libre sufre desviación, generándose una pequeña trayectoria circular en ese punto, cuando no debería sufrir translación, solamente rotación sobre sí mismo. Además, este rodillo no queda justo a la altura de los otros rodillos, sus bordes no están alineados, por lo que en algunas posiciones la tela queda fuera de los límites del rodillo, haciendo que vaya ligeramente torcida al pasar de un rodillo a otro. Este problema es difícil de apreciar en una fotografía, por lo que, en la figura 1.38, se intenta explicar mediante un esquema exagerando la situación. Este es un problema difícil de solucionar con la máquina ya montada. Debido a esta dificultad y a que parece que este error no es urgente, se decide no realizar ninguna modificación, aunque se plantea poder mecanizar el eje nuevamente si es necesario más adelante.

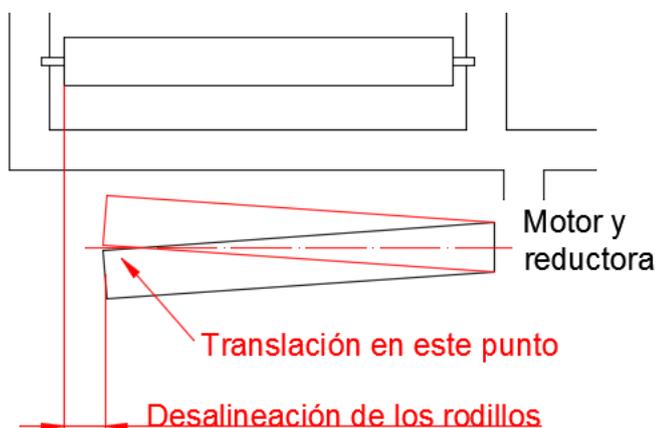


Figura 1.38. Rodillo de salida en voladizo

- Sistema de agarre de los rodillos de entrada y salida:

De cara a la máquina industrial, se deben diseñar sistemas de amarre de los rodillos de entrada y de salida que valgan para distintos anchos de tela, es decir, distintos largos de rodillo. A continuación se explican las soluciones planteadas y en la figura 1.39 se puede ver un esquema muy básico de lo que se quiere conseguir.

En el caso del rodillo de entrada, sea cual sea su largo, debe estar centrado con respecto al pico del triángulo. Cuanto más se garantice la linealidad entre pico del triángulo y el centro de la tela, menor error de desviación habrá. Es necesario implementar un mecanismo que permita intercambiar los diferentes rodillos manteniendo su centro en el mismo punto. Se ha pensado en un sistema que siga utilizando los amarres cónicos que tiene ahora el rodillo de salida, para que valga para distintos diámetros, pero que puedan moverse horizontalmente como lo haría una cortina o una puerta automática de doble hoja.

En el caso del rodillo de salida hay que tener en cuenta que está conectado al motor y que debe tener uno de sus bordes alineado con el pico del triángulo. Se ha pensado en un sistema en el que el motor se encuentre situado del lado contrario al que se encuentra ahora. De esta manera el borde que va unido al motor se haría coincidir con el pico del triángulo y el otro soporte cónico sería móvil, permitiendo usar rodillos de distinta largura.

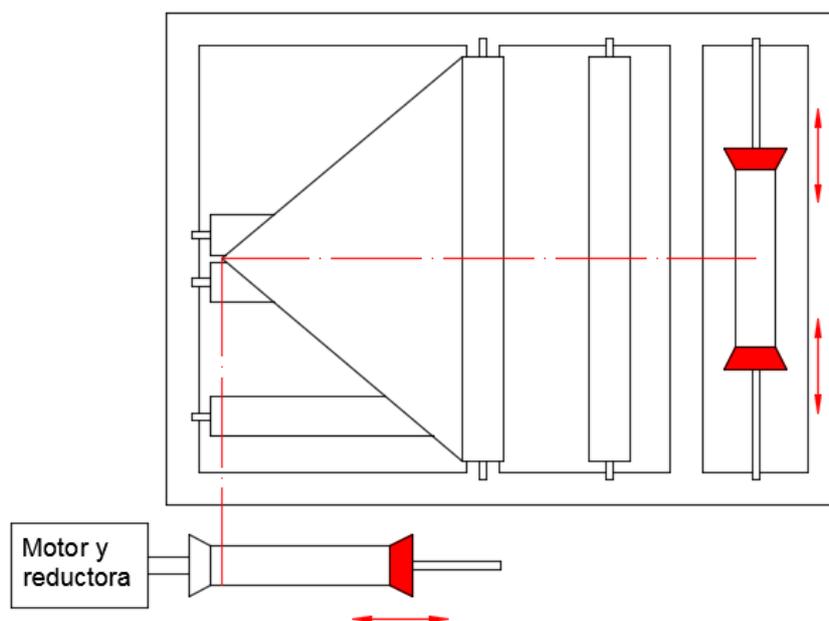


Figura 1.39. Sistema de agarre de rodillos de entrada y salida

- Posición del triángulo inadecuada:

El pico del triángulo queda muy cerca de los rodillos juntos, sin dejar apenas espacio para que la tela baje verticalmente recta (figura 1.40). Incluso hay posiciones en las que el pico del triángulo sobrepasa los rodillos, teniendo que torcer la tela para introducirla entre ellos. Como consecuencia, en muchas posiciones, la tela se traba durante el funcionamiento. Para disminuir la posibilidad de que esto ocurra, y para asegurar que la tela quede lo más centrada posible en los rodillos en la configuración de la máquina elegida, se realizan nuevos agujeros en la posición más favorable (figura 1.41). En la figura 1.42 se puede ver como además de modificar la posición del soporte, se eleva éste para dejar más distancia entre el pico y los rodillos.



Figura 1.43. La tela no baja recta, se abomba

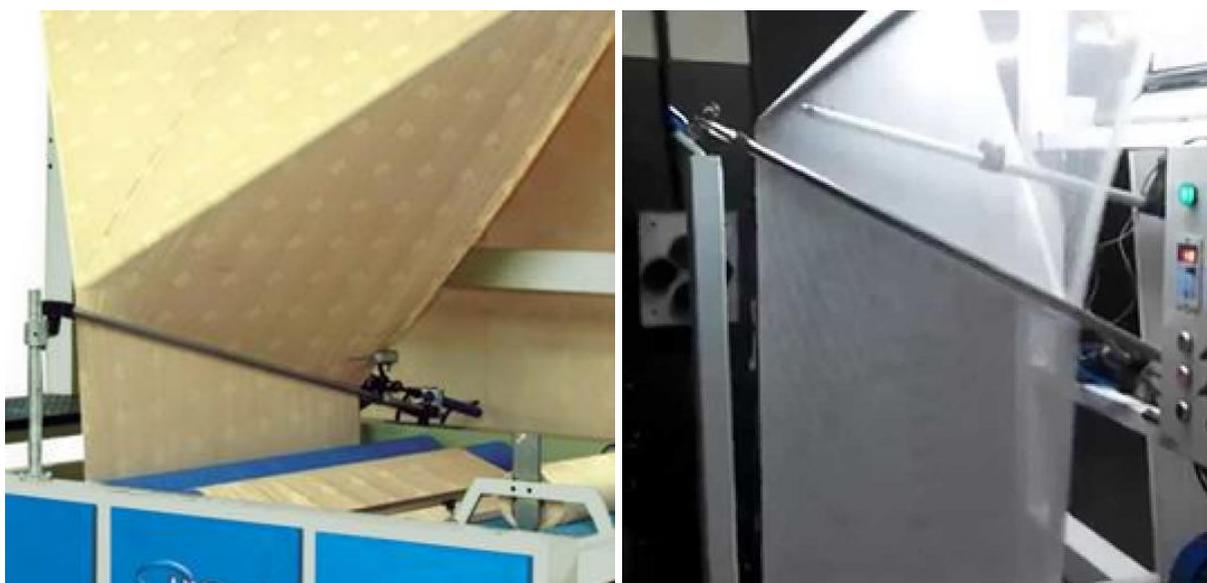


Figura 1.44. Sistema de barras intermedias

- Rodillos juntos muy cortos:

Los rodillos que se encuentran justo a la salida del triángulo no son de la longitud adecuada. Se tuvo en cuenta, en el diseño, la posibilidad de mover la estructura del triángulo en diferentes posiciones, sin embargo, los rodillos son de la longitud justa para el ancho de la tela con el que se trabaja en este prototipo. En la mayoría de las posiciones del triángulo la tela queda demasiado a la izquierda o demasiado a la derecha de los rodillos, dificultando o incluso impidiendo el correcto funcionamiento de la máquina. Como ya se dijo anteriormente se realizan nuevos taladros para el soporte del triángulo y que la tela quede centrada en la posición elegida como más favorable.



Figura 1.45. Rodillos juntos muy cortos

- Varilla flectada:

La barra que soporta el triángulo sufre flexión. Este fallo no es significativo en el prototipo, pero debe tenerse en cuenta en vista al diseño industrial a la hora de calcular la estructura.



Figura 1.46. Varilla flectada

- Centro de masas desequilibrado:

Se aprecia que en la máquina industrial, es posible que sea conveniente implementar un sistema para que no vuelque, como contrapesos o anclarla al suelo. Esto es debido a que la estructura es ligera y la masa no está concentrada en el centro, al contrario, la diferencia de peso que genera el motor y los rodillos, que se sitúan en dos extremos continuos de la máquina, y su movimiento puede hacer que se desequilibre. En el prototipo no es necesario, ya que ese desequilibrio es inapreciable, pero en una máquina de mayores dimensiones es un dato importante a tener en cuenta.

- Antideslizamiento de los rodillos:

Se utiliza tela para cubrir los rodillos y que estos agarren mejor la tela de trabajo cuando pase por ellos. Este recubrimiento puede moverse o despegarse. En la figura 1.47 se aprecia cómo se despega y arruga la tela que cubre a uno de los rodillos. Para evitar esto se podría utilizar un adhesivo especial, velcro, grapas o algún otro sistema similar.



Figura 1.47. Antideslizamiento de los rodillos

- Pico del triángulo engancha la tela:

El pico del triángulo tiene un pequeño saliente que engancha la tela. Se puede intentar cubrir la punta o colocar un sistema como una rueda loca o un tubo que ayude a guiar la tela y a desplazarla suavemente hacia los rodillos juntos. Además, este sistema ayudaría a que la tela no se diera de sí ni quedara marca de la dobladura con su paso por el triángulo.



Figura 1.48. Pico del triángulo y rueda loca que se puede utilizar para solventar ese problema

- No se utilizan casquillos ni rodamientos en las uniones de los rodillos:

Los rodillos se realizaron artesanalmente con el material que había en el taller, siendo los ejes que unen los rodillos a la estructura roscados, por lo que se lijan para conseguir el mejor acabado posible. Este sistema obviamente da problemas, ya que el eje no queda perfectamente liso y gira directamente sobre los perfiles que forman la propia estructura. El rodillo de encima del triángulo giraba muy rígido y fue soltándose con el uso. Es necesario el uso de un material adecuado y un sistema de unión como rodamientos o casquillos. Debido a que para solucionar este problema habría que hacer modificaciones grandes en la máquina y costaría mucho tiempo y dinero, se opta por seguir sin modificaciones, pero sabiendo que a medio-largo plazo puede convertirse en un problema grave. En la figura 1.49 se muestran ejemplos del estado de las uniones en el prototipo.

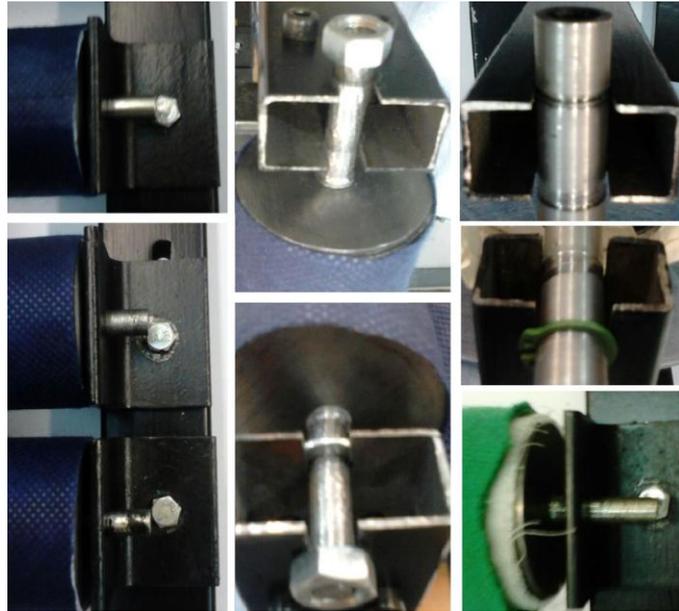


Figura 1.49. Faltan casquillos

- Sistema de agarre de la tela al rodillo de salida:

No se implementó ningún sistema de agarre de la tela al rodillo de salida, por lo que se realiza mediante celo en las pruebas. Este sistema es muy cómodo en el prototipo, pero a la hora de pensar en un sistema final deberían tenerse en cuenta otras soluciones. Por ejemplo, si el rodillo de salida es directamente el rodillo al que va unida la tela, es decir, el rodillo de cartón del mismo estilo que el de entrada, se podrían utilizar chinchetas o pegamento. Si se prefiere un rodillo especial para la máquina, que sea reutilizable, se puede fabricar un rodillo con pieza desmontable que atrape la tela.

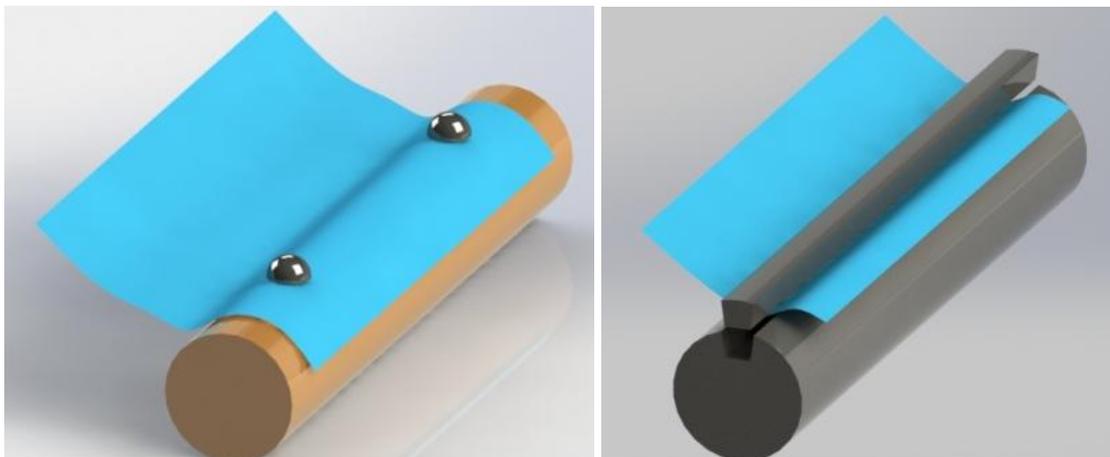


Figura 1.50. Ideas de posibles sistemas de agarre de la tela al rodillo de salida

- Desviaciones de la tela:

Para solventar las desviaciones inevitables de la tela y que la máquina pueda ser totalmente automática, debe implementarse un sistema de control que redirija la tela para que siempre vaya centrada en relación al pico del triángulo. En el estudio de antecedentes se observa que un sistema muy utilizado es el llamado guiado de banda (figura 1.51), que básicamente consiste en un sistema de control formado por uno o varios sensores y un actuador que redirige la tela dependiendo de la información obtenida por el sensor. Este sistema será explicado en profundidad más adelante.

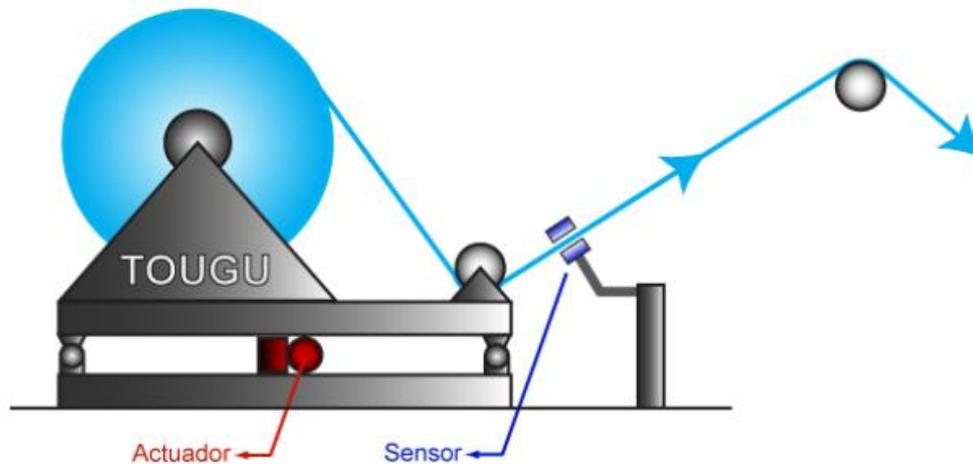


Figura 1.51. Guiador de banda

- Velocidad posiblemente muy elevada:

Algo que se observa también durante las pruebas, que podría afectar al funcionamiento de la máquina, es la velocidad de giro del motor. No se puede confirmar hasta que no se realice el estudio y las pruebas necesarias, pero parece una velocidad muy alta que puede que genere problemas en el sistema de control de desviaciones de la tela. Si la tela se mueve demasiado rápido, el sistema de guiado de banda puede no tener tiempo de corregir su trayectoria.

- Freno en el rodillo de entrada:

Para que la tela circule más tensa y no siga girando el rodillo de entrada una vez paramos el motor (figura 1.52), se debe utilizar un freno o un sistema similar que genere cierta resistencia en dicho rodillo. Además, este sistema ayudaría a disminuir la velocidad que, como se explicó antes, puede que sea demasiado elevada.

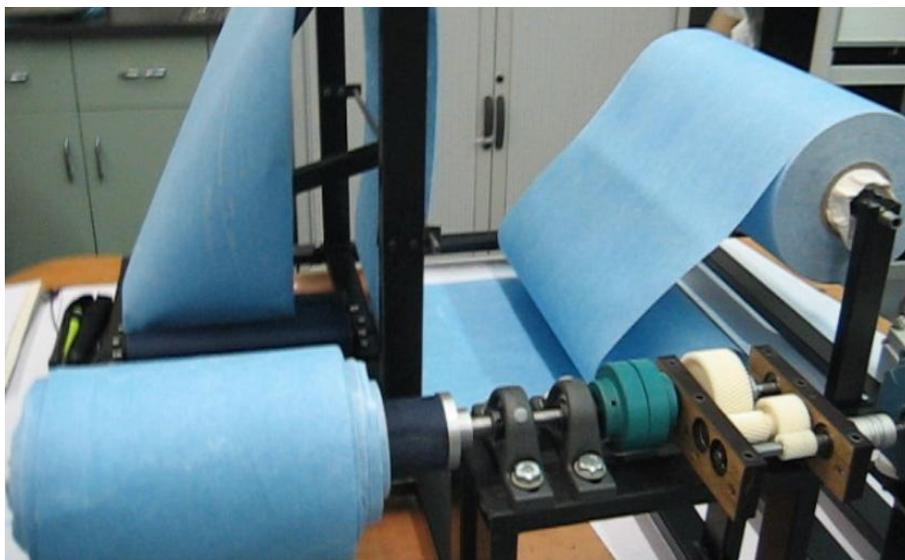


Figura 1.52. Necesidad de freno a la entrada

- Otras dificultades:

Durante la realización de las pruebas se tuvo otro problema con el funcionamiento de la máquina. El motor giraba pero la tela no. Parecía un fallo en la reductora, que uno de los engranajes se había desplazado. Se desmontó y volvió a montar y se comprobó que no era ese el problema.

Por el contrario, en este proceso se observó que la carcasa de la reductora es difícil de manejar. Se compone de piezas de madera unidas por tornillo pasante y tuerca. Las tuercas son inaccesibles con las herramientas de que se dispone en el laboratorio. Para apretarlas se gira la cabeza del tornillo mientras se sujeta la tuerca a presión con un destornillador contra la propia madera. Una de las uniones quedó floja. Solo se consiguió colocar la tuerca en el tornillo, pero cuando se giraba éste, también giraba la tuerca sin poder evitarlo con el destornillador. En la figura 1.53 se observa como la carcasa queda ligeramente levantada de un lado. No es un problema grave pero es un dato a tener en cuenta.



Figura 1.53. Carcasa reductora

El problema en el funcionamiento no era la reductora, sino el propio rodillo de salida. Se había aflojado el agarre cónico (figura 1.54). El mal funcionamiento se debía a que el eje del motor giraba los agarres cónicos, pero el propio rodillo estaba cada vez más suelto. Se apretó la unión y la máquina siguió funcionando con total normalidad.



Figura 1.54. Agarre cónico suelto

No se observa ningún problema significativo más. Se han comentado todas las dificultades encontradas y se han propuesto soluciones a todas ellas. Como se puede ver no todas las soluciones han podido implementarse en este proyecto, ya que es necesario que sean económicas y viables sin tener que hacer grandes modificaciones en la máquina, manteniendo la idea del primer prototipo pero mejorándolo en la medida de lo posible. Aun así, este apartado es muy importante a la hora de comenzar con el diseño de la máquina industrial, ya que recoge a manera de resumen todos los cambios necesarios.

2. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Las modificaciones al prototipo han sido debidamente explicadas en el apartado anterior, por lo que a partir de ahora el proyecto se centrará en el sistema mecatrónico implementado para controlar las desviaciones de la tela. Las especificaciones que debe cumplir el sistema de guiado de banda se dividen en exigencias de obligatorio cumplimiento (E) y deseos o especificaciones menos restrictivas (D). Todas ellas son enumeradas en la tabla 2.1.

	Categoría	Especificaciones de diseño
1	E	Versatil
2	E	Posibilidad de colocar los sensores en multiples posiciones
3	E	Dimensiones limitadas por el espacio disponible en la maquina
4	E	Diseño facilmente escalable
5	E	Fabricacion sencilla
6	E	Montaje sencillo
7	E	Mantenimiento sencillo
8	E	Seguro
9	E	Economico
10	E	Modo de control automatico del sistema
11	E	Diseño electronico configurable y ampliable
12	D	Control del sistema autonomo a la maquina
13	D	Modo de control manual del sistema
14	D	Control de operación temporizado
15	D	Control automatico de la maquina
16	D	Peso minimo
17	D	Desmontable
18	D	Materiales y componentes reutilizados

Tabla 2.1. Especificaciones de diseño

3. DISEÑO DEL SISTEMA

Centrándose en el sistema de guiado de banda se va a detallar todo el proceso de diseño tanto mecánico como electrónico.

3.1. ESTUDIO DE SOLUCIONES

Durante el estudio de antecedentes se aprecia que muchas máquinas existentes en el mercado tienen un sistema que controla la desviación de la tela. A continuación se utilizarán algunas imágenes de la página web de la empresa *Tougu Denki* a la que se hará referencia a lo largo del documento ya que están especializados en este tipo de sistemas.

Este sistema es denominado sistema de guiado de banda o de alineación de banda. Está constituido por unos sensores que detectan o bien el borde, o bien una línea de impresión o bien el centro de la banda. También dispone de un sistema de rodillos móviles que se encarga de mantener la banda en la posición correcta. Todo ello dirigido por un controlador. La figura 3.1 muestra un diagrama de dichos componentes.

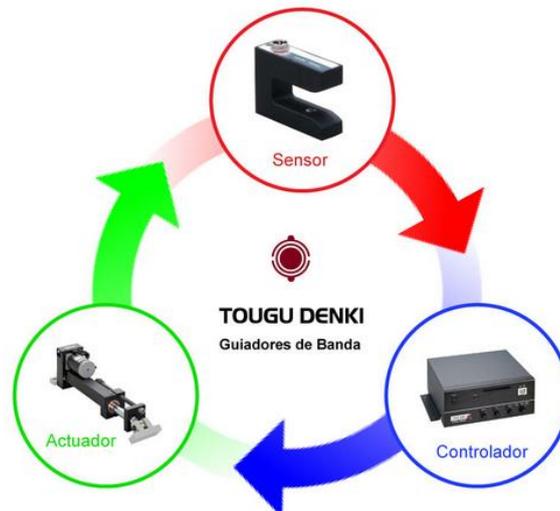


Figura 3.1. Componentes del sistema de guiado de banda

Es un sistema muy usado en industria que aumenta la eficiencia, mejora la calidad y reduce tanto la mano de obra como la pérdida tiempo y material.

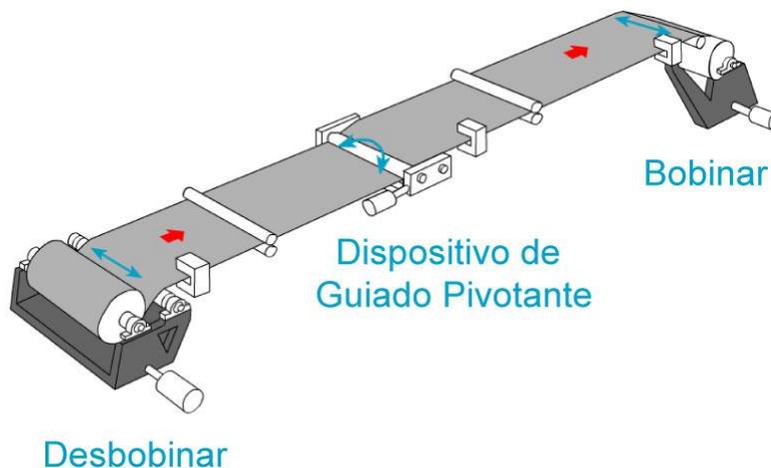


Figura 3.2. Sistema de guiado de banda

3.1.1. CLASIFICACIÓN DE GUIADORES DE BANDA

Se pueden hacer diferentes clasificaciones de los tipos de guidores según las diferentes formas de detectar la banda, la situación del sistema en la máquina o el tipo de rodillos.

CLASIFICACIÓN SEGÚN FORMAS DE DETECTAR LA BANDA

- GUIADOR DE BANDA POR BORDE

Usa un solo sensor para detectar el borde de la banda.

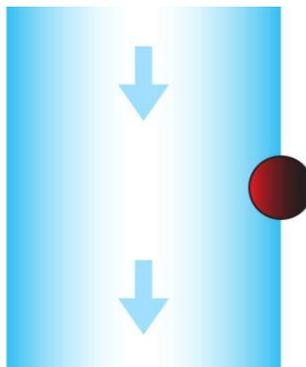


Figura 3.3. Guiador de banda por borde

- GUIADOR DE BANDA POR LÍNEA

Usa un sensor para detectar una línea impresa o un contraste de color en el borde de la banda.

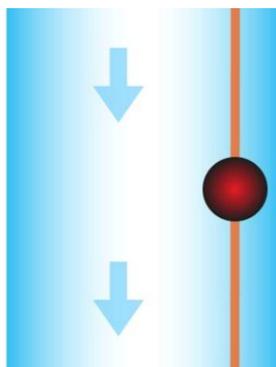


Figura 3.4. Guiador de banda por línea

- GUIADOR DE BANDA POR CENTRO

Usa dos sensores para detectar cada uno de los bordes y así conseguir la orientación del centro.

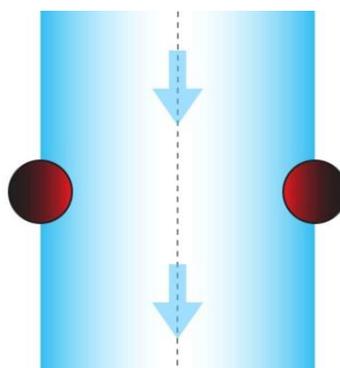


Figura 3.5. Guiador de banda por centro

CLASIFICACIÓN SEGÚN SITUACIÓN DEL SISTEMA EN LA MÁQUINA

La máquina puede necesitar el sistema de guiado de banda o en la parte encargada de desenrollar el rodillo o en la encargada de enrollarlo. También hay que tener en cuenta que tipo de guiador, según la forma de detectar la banda, vamos a utilizar, ya que dependiendo de ello cambia la localización de los sensores. En el caso de los guiadores por borde o centro sería necesario un sensor de tipo horquilla por el que pase la tela, pero en el caso del guiador por línea solo se necesitaría un sensor emisor-receptor que sería más efectivo colocar sobre una superficie fija.

- **GUIADOR DE BANDA POR BORDE O CENTRO PARA DESENROLLADO**

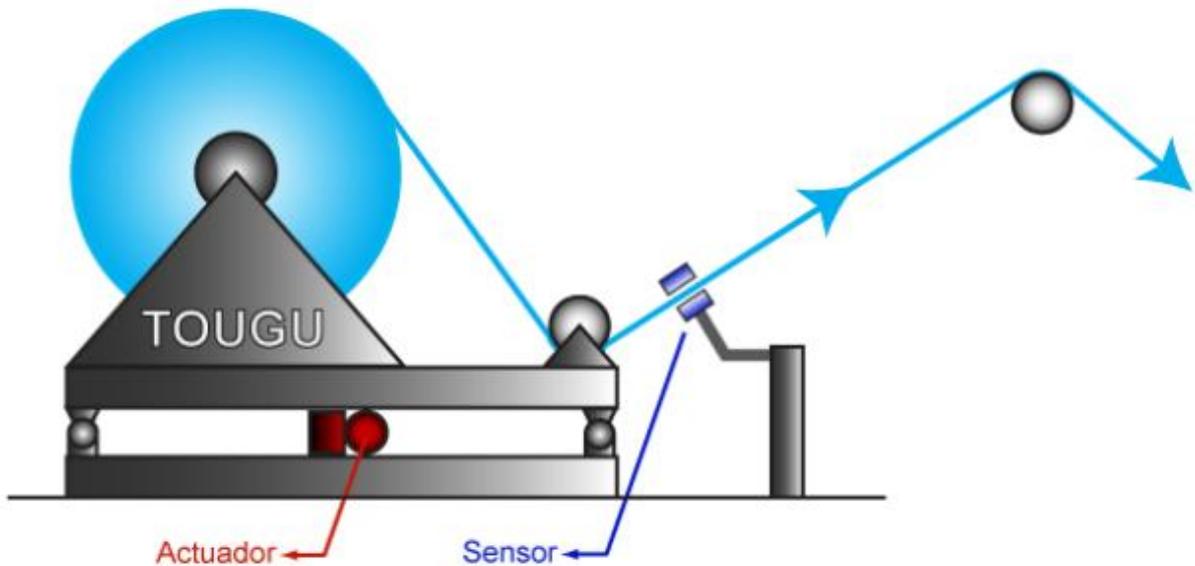


Figura 3.6. Guiador de banda por borde o centro para desenrollado

- **GUIADOR DE BANDA POR LÍNEA PARA DESENROLLADO**

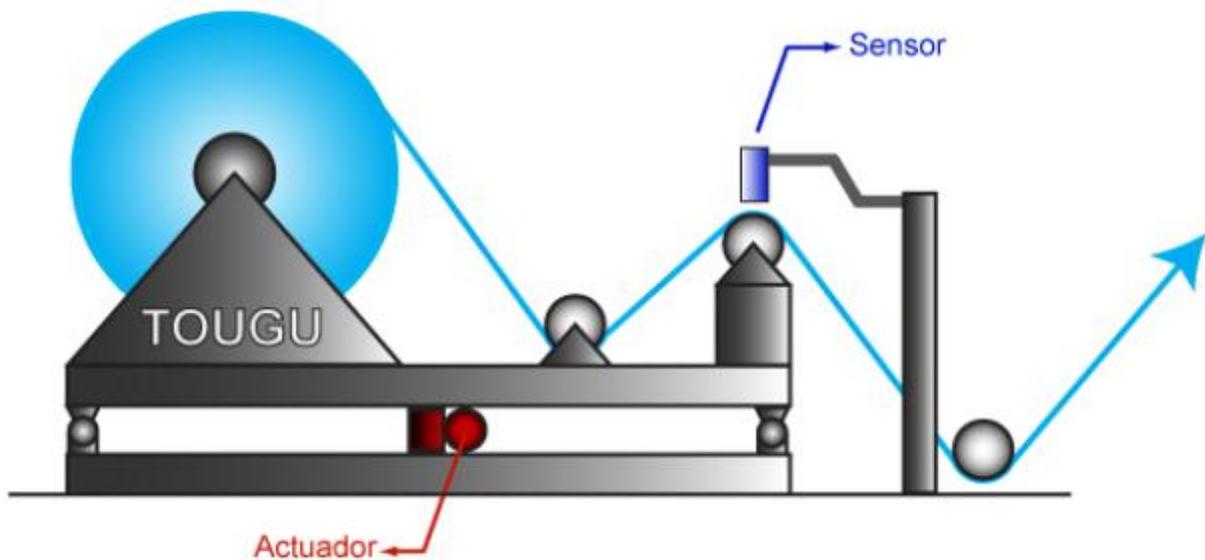


Figura 3.7. Guiador de banda por línea para desenrollado

- GUIADOR DE BANDA POR BORDE O CENTRO PARA ENROLLADO

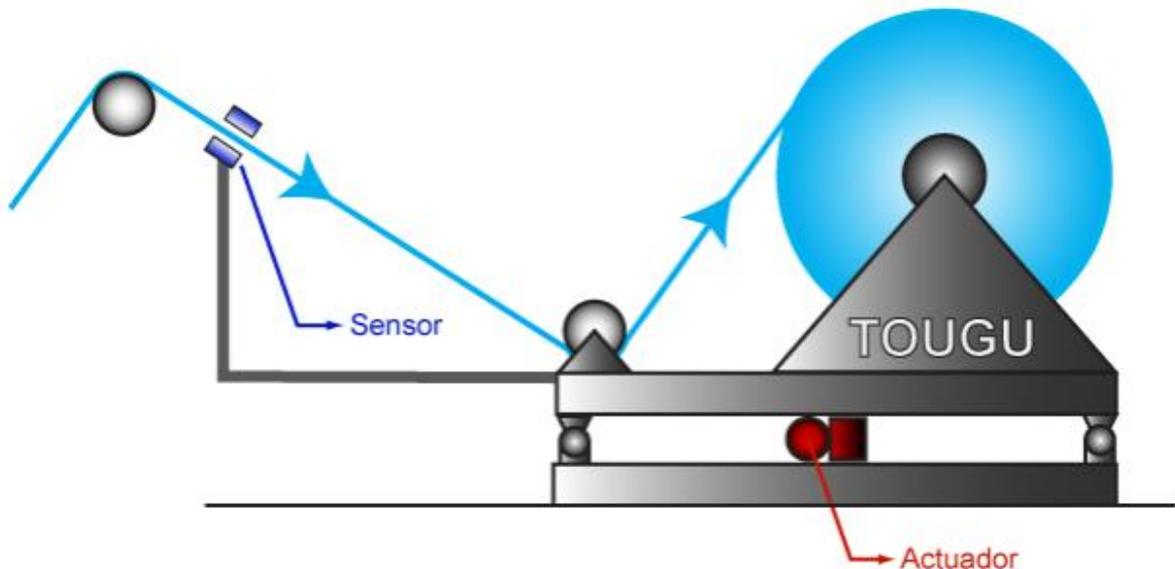


Figura 3.8. Guiador de banda por borde o centro para enrollado

- GUIADOR DE BANDA POR LÍNEA PARA ENROLLADO

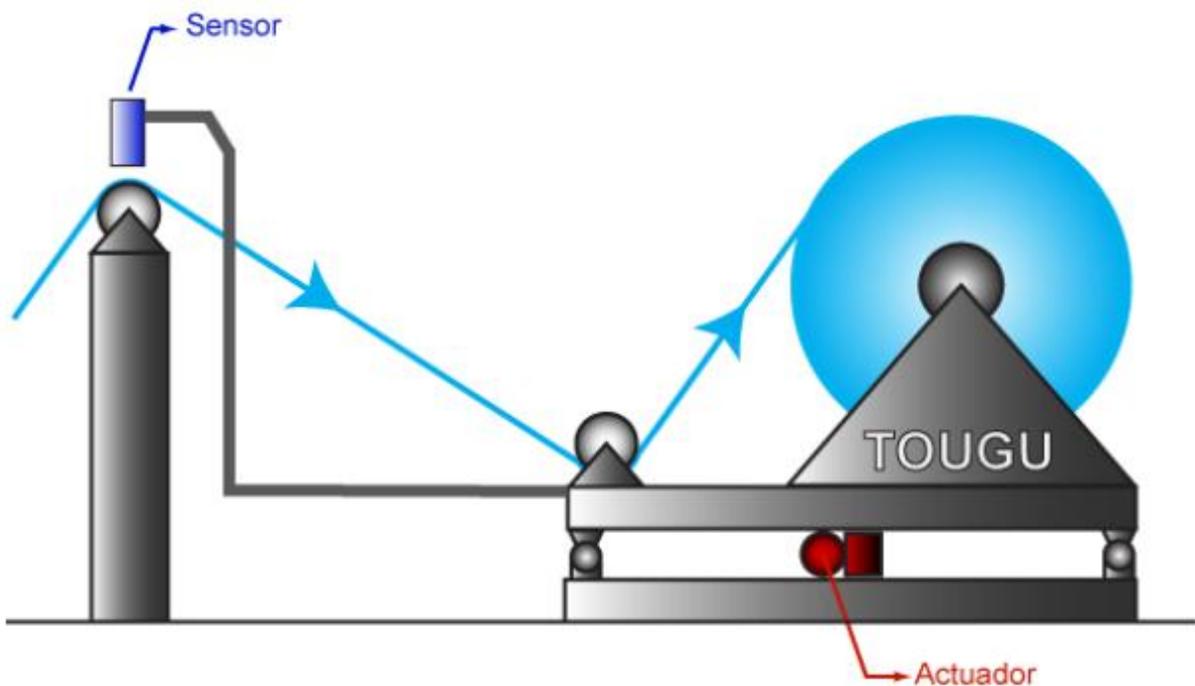


Figura 3.9. Guiador de banda por línea para enrollado

CLASIFICACIÓN SEGÚN TIPO DE RODILLOS

También existen diferentes guiadores según el sistema de rodillos que se utilice. Cualquier sistema de guiado de banda tiene como principio de funcionamiento básico el hacer pivotar unos rodillos por los que pasa la banda. Este pivote se puede conseguir o bien desde el centro de los rodillos, haciendo que rote, o bien desde un lateral, haciendo que oscile. El primer caso lo constituye un marco que integra los rodillos y rota sobre sí mismo desde el centro. El segundo caso estaría compuesto por uno o dos rodillos q pivotan sobre uno de sus extremos mientras el otro extremo es controlado por un actuador.

- MARCO GUIADOR ROTATIVO

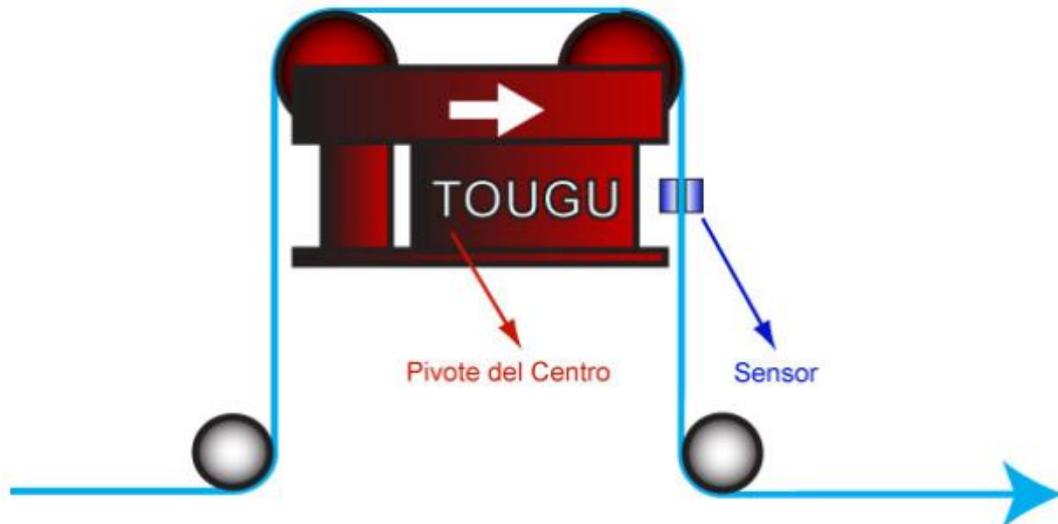


Figura 3.10. Marco guiador rotativo

- RODILLO GUIADOR OSCILANTE

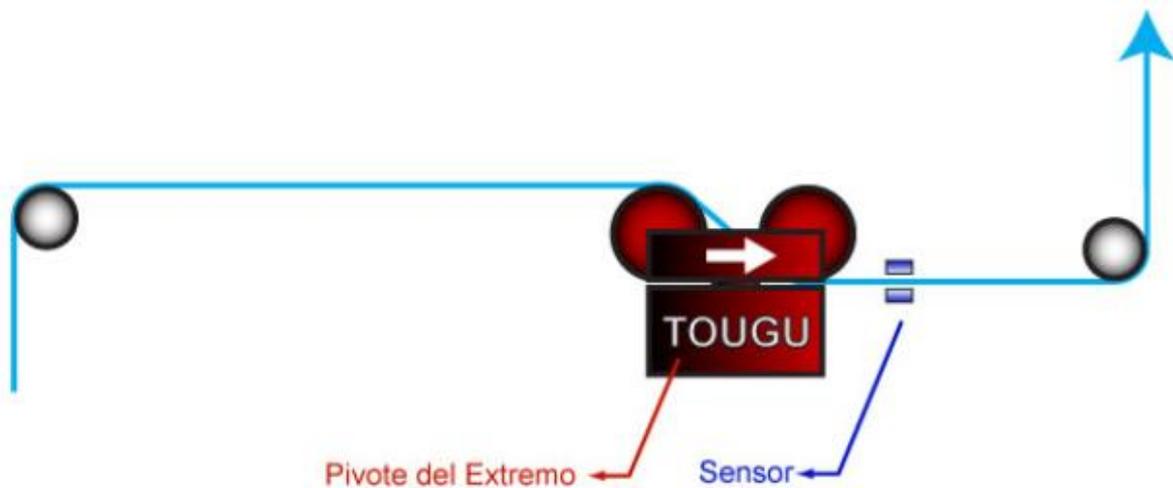


Figura 3.11. Rodillo guiador oscilante

3.1.2. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE GUIADO

Una vez realizado el estudio de antecedentes del sistema de guido de banda se pasa a decidir qué solución es más adecuada para el prototipo ya creado.

Lo que se quiere conseguir es que el centro de la tela llegue lo más alineado posible al pico del triángulo, es decir que el sistema de guido de banda más conveniente en nuestro caso es un guidor de banda por centro para desenrollado. En cuanto al tipo de rodillos se decide utilizar el rodillo guiador oscilante por su simplicidad. A continuación se explicará más en detalle el porqué de esta decisión y la elección de cada una de las partes del sistema.

ACTUADOR

Según se comprobó en el estudio de antecedentes los actuadores más empleados en este tipo de aplicaciones son eléctricos o hidráulicos que accionan un husillo que a su vez mueve los rodillos. En este caso se descartó la idea de actuadores hidráulicos y se barajó la opción de utilizar un servomotor o un motor de corriente continua.

En cuanto al mecanismo que accionaría el motor se barajó la opción de utilizar un husillo pero también se planteó, inspirándose en un sistema de carril motorizado para fotografía y vídeo de la página *SuperRobotica* (figura 3.12), la opción de utilizar un sistema de correa y poleas. El sistema de correa es más sencillo de implementar y más económico, pudiendo incluso reutilizar todos los elementos necesarios. Se estudia la viabilidad de utilizar este sistema y finalmente nos decantamos por ello. El tipo de rodillo a utilizar será el rodillo guiador oscilante, ya que la implementación del marco guiador rotativo es inviable mediante una correa.



Figura 3.12. Carril motorizado para fotografía y vídeo

Habiendo elegido el sistema de accionamiento se vuelve a la cuestión del actuador. Con el servomotor se puede controlar la posición exacta del motor y cambiar la velocidad y el sentido de giro más fácilmente que con un motor dc. En este caso se desea que el motor pueda girar en ambos sentidos y pararse. La posición no es relevante, ya que son los sensores los que determinarán hacia donde debe girar el motor, y una velocidad constante es suficiente para nuestro propósito. Por ello se decide utilizar un motor dc.

SENSORES

Debido a que el sistema de guiado necesario es por centro hay que detectar la banda mediante dos sensores de horquilla, uno por cada borde de la tela.

Se realiza un estudio de los sensores de horquilla que hay en el mercado. Pueden ser de diferentes tipos, los más comunes serían ultrasónicos, infrarrojos o fotoeléctricos. Hay muchas diferencias de precios dependiendo de la abertura de la horquilla y del tipo de sensor, pero en general es un elemento costoso.



Figura 3.13. Sensores de horquilla

Se plantea la opción de fabricar el sensor de horquilla mediante un emisor y un receptor de infrarrojos. De esta manera se tiene la libertad de modificar la apertura de la horquilla según las necesidades y sale mucho más económico. Se comprueba si los sensores disponibles en el taller detectan la tela y finalmente se aprueba esta opción.

CONTROLADOR

En el estudio de antecedentes se aprecia que en todos los sistemas industriales el controlador es un PLC. Al tratarse de un prototipo se descarta esta opción, ya que es mucho más costosa, y se plantea utilizar un microcontrolador. Se comprueba que un PIC cubre todas las necesidades que puedan llegar a plantearse a lo largo del proyecto y se decide utilizar esta opción.

3.1.3. DISEÑO MECÁNICO

Una vez decididas las ideas básicas del sistema se comienza con el diseño general. Se va a dividir en dos conjuntos: el conjunto sensores y el conjunto guiado de banda. También se diseña la carcasa para la placa electrónica. En la figura 3.14 se puede ver como quedaría el sistema de guiado de banda ya montado sobre la máquina.

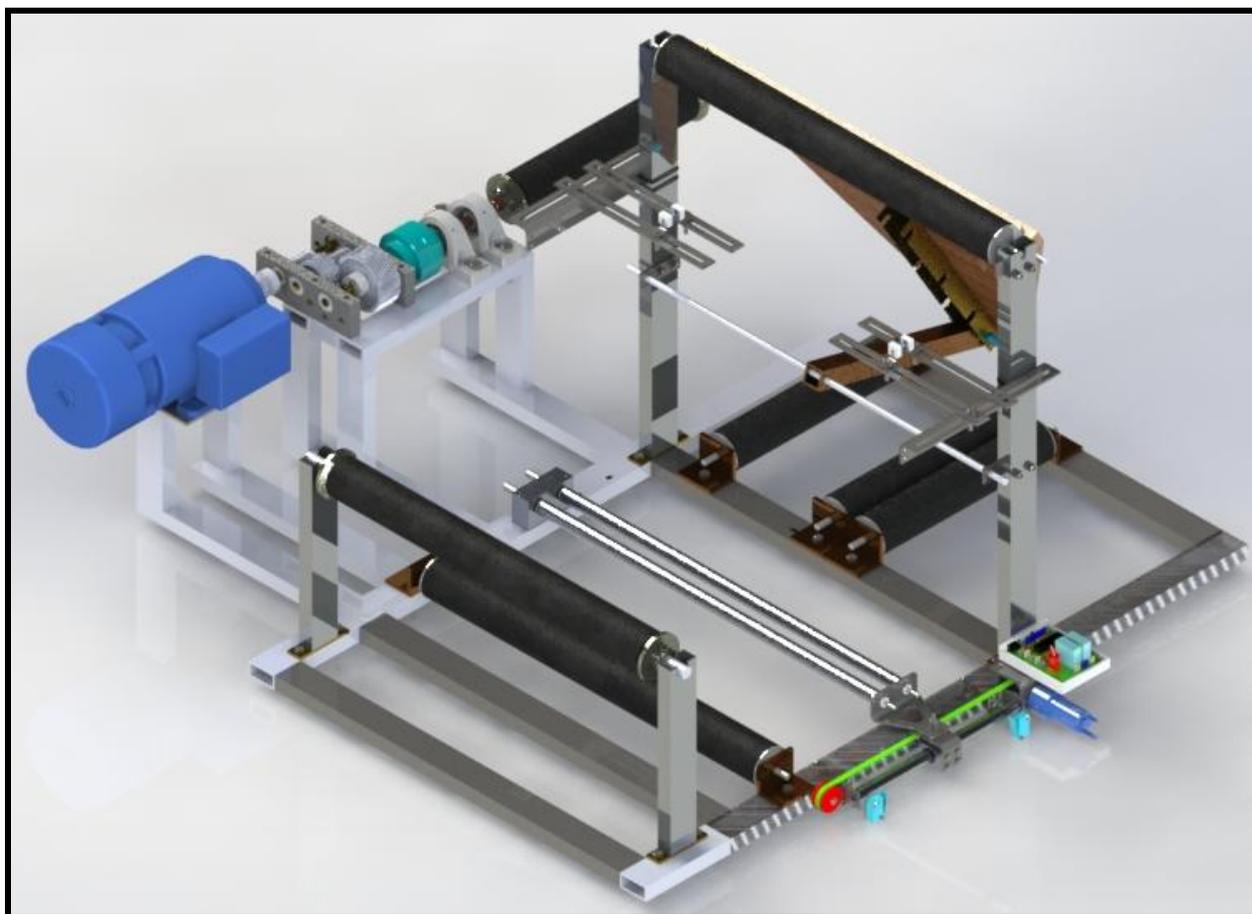
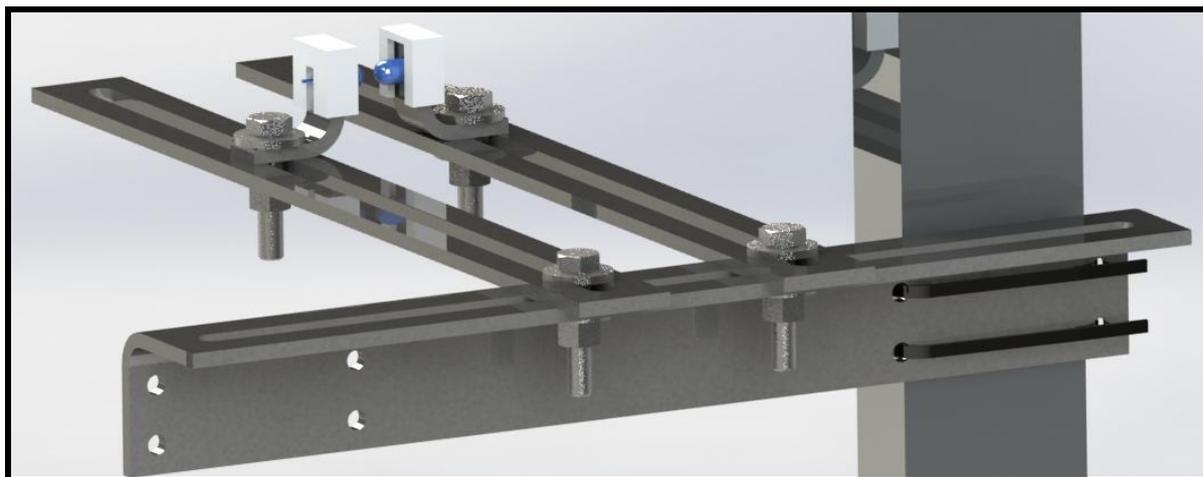
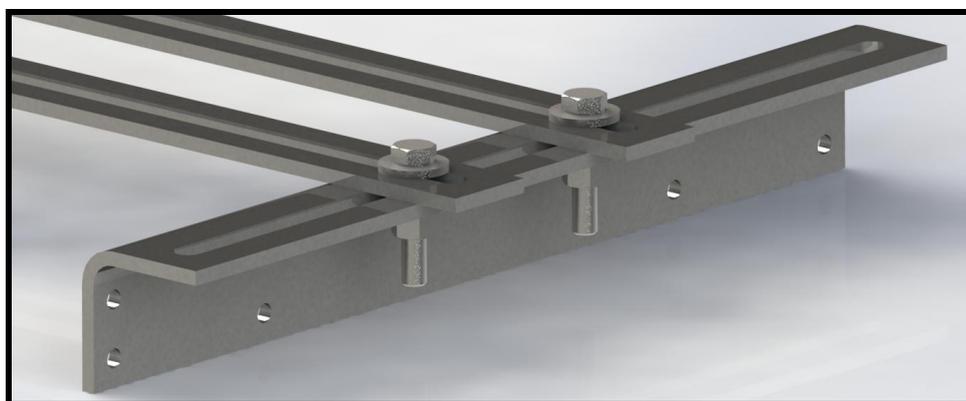
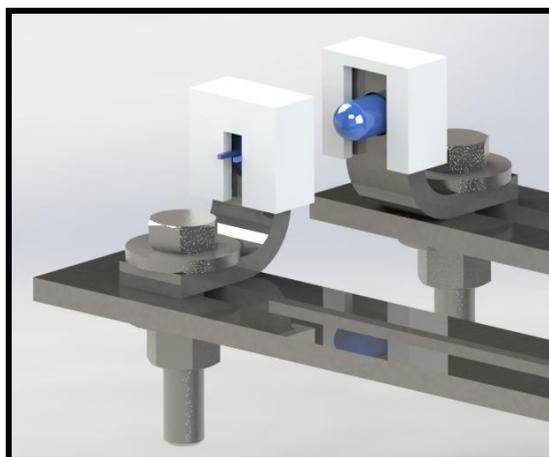


Figura 3.14. Diseño final

CONJUNTO SENSORES*Figura 3.15. Conjunto sensores*

Como ya se comentó se diseñarán y fabricarán todas las piezas de los soportes de los sensores. Es importante que sean totalmente adaptables a la máquina, pudiendo tomar posiciones diversas en la estructura. Para conseguir este propósito se diseñan unas piezas con guías móviles mediante tornillo (figura 3.16). Como este soporte ha de unirse a la estructura ya fabricada de la manera más económica y sencilla posible y pudiendo cambiarlo de altura fácilmente, se estudia la posibilidad de utilizar bridas para dicha unión. Se comprueba que aguanta estable sin necesidad de ninguna modificación a mayores en la máquina. El soporte del motor se compone de una pieza en la que va alojado el sensor y que se atornilla a la guía, y de un capuchón para que éste no se mueva ni se caiga (figura 3.17).

*Figura 3.16. Guías**Figura 3.17. Capuchones*

CONJUNTO GUIADO DE BANDA

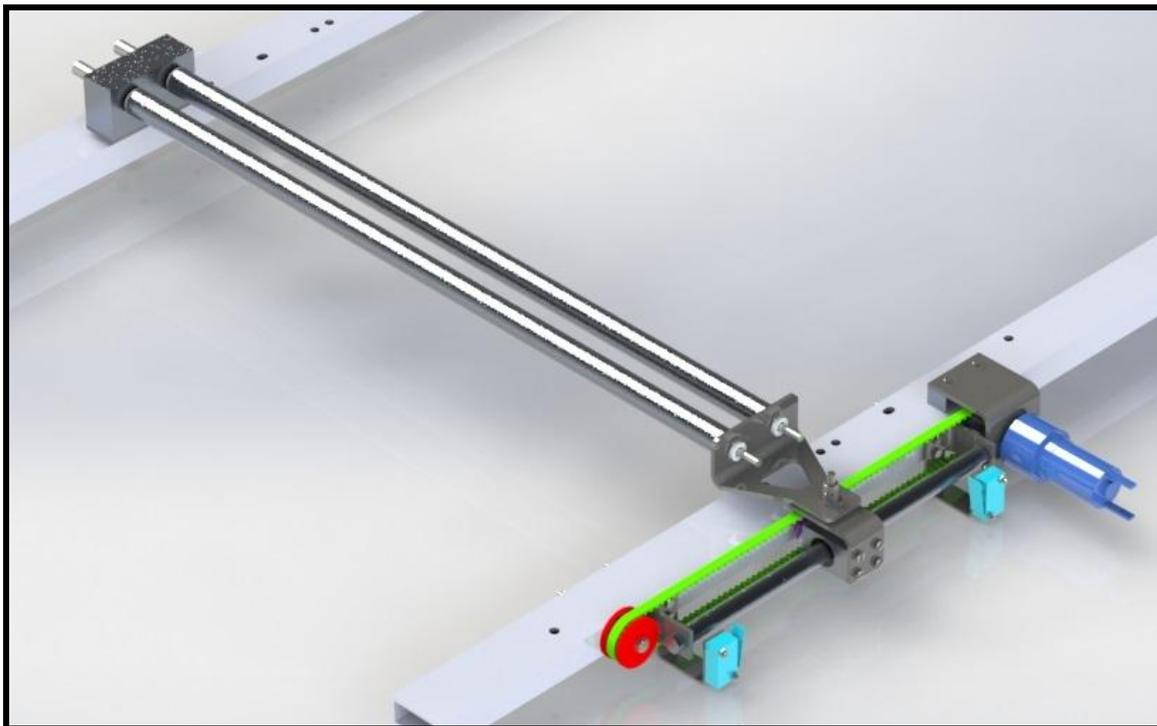


Figura 3.18. Conjunto guiado de banda

Las uniones de este conjunto a la estructura de la máquina son atornilladas, realizando taladros pasantes a los perfiles de la base de la máquina. El conjunto guiado de banda se divide en 6 subconjuntos: el subconjunto pivotante, el subconjunto rodillo, el subconjunto carro, el subconjunto motor, el subconjunto guía y el subconjunto polea.

- **SUBCONJUNTO PIVOTANTE**

Como se explicó cuando se definieron los tipos de guidores de banda, en el sistema de rodillo guiador oscilante uno de los extremos debe pivotar y el otro desplazarse. Para que el mecanismo funcione los rodillos deben poder rotar sobre sí mismos y desplazarse longitudinalmente compensando el desplazamiento del extremo móvil. Para conseguir estos dos movimientos se diseña el subconjunto pivotante.

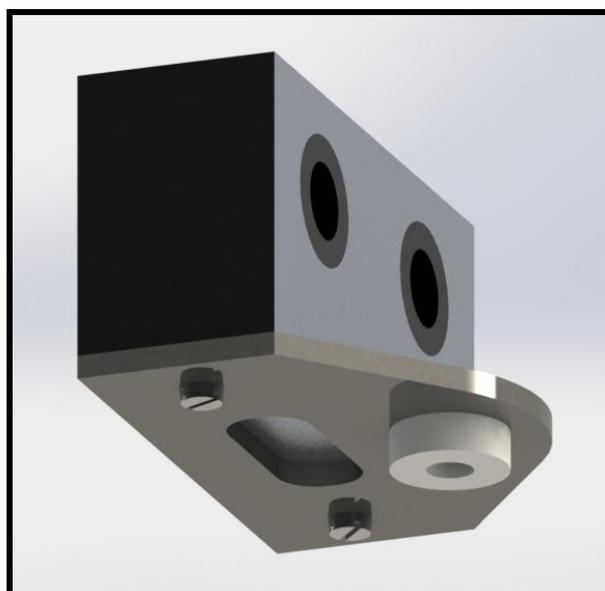


Figura 3.19. Subconjunto pivotante

Este subconjunto está constituido por dos rodamientos lineales de bolas que permiten que los rodillos se deslicen por ellos. El alojamiento para dichos rodamientos va atornillado a una pieza dotada de un casquillo que permite que el subconjunto gire libre respecto a un tornillo que hace de eje y lo une a la máquina.

- SUBCONJUNTO RODILLO

Se emplean dos rodillos iguales para la construcción del sistema de rodillo guiador oscilante. Se descarta la opción de utilizar elementos comerciales debido a su coste y se estudian múltiples opciones para su fabricación.

Se plantea hacerlos iguales al resto de rodillos de la máquina, pero el diámetro resulta demasiado grande para el propósito que se quiere conseguir y tienen una serie de defectos importantes que se deben evitar. Estos defectos se resumen en que se realizaron a partir de un tubo al cual se insertó a presión una pieza con un tornillo que hace de eje. Como el eje no es una superficie lisa, no giran con facilidad y al estar encajados a presión, no quedan completamente alineados.

Se barajaron otras opciones de fabricación como realizar el rodillo en una sola pieza, pero se desechó la idea debido a su peso. También se planteó utilizar el propio rodillo como eje del mecanismo. Finalmente se optó por realizar los rodillos de forma similar al resto de los de la máquina pero con un diámetro inferior, lo que permitía unir unas piezas mecanizadas que hacen de eje al tubo por medio de rosca. Al realizar la unión atornillada se garantiza la linealidad y el eje se mecaniza perfectamente liso. En los rodillos antiguos esto era inviable con los medios que se disponían en el taller debido a que el diámetro del rodillo no entraba en el torno.

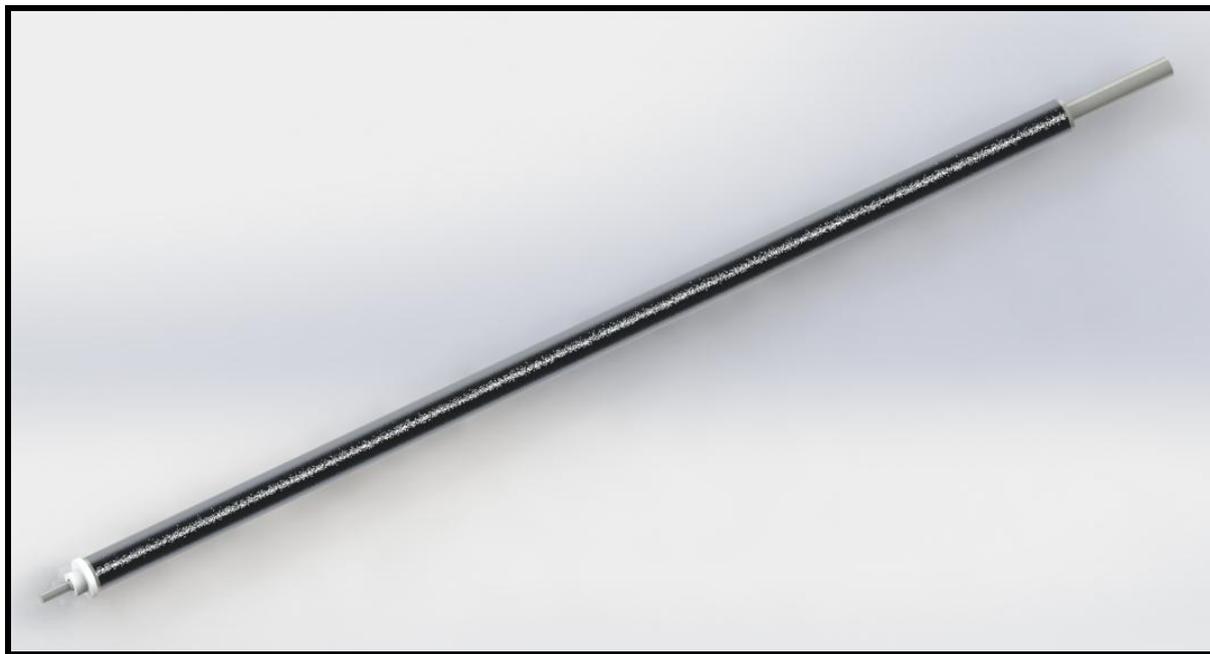


Figura 3.20. Subconjunto rodillo

El subconjunto se compone de un tubo y dos topos que hacen de ejes. Uno de los ejes debe ser más largo ya que debe poder deslizarse en relación con el rodamiento del subconjunto pivotante. El otro eje se une al carro encargado de dirigir el extremo móvil del rodillo mediante un casquillo que le permite girar libremente. Este casquillo estará fijado al soporte que une el rodillo al carro mediante un circlip.

- SUBCONJUNTO CARRO

Para dirigir el extremo móvil de los rodillos se diseña el subconjunto carro. Este elemento se desplaza respecto a una guía por medio de un rodamiento lineal de bolas similar al utilizado en el extremo pivotante de los rodillos. Una correa mueve el carro y se une a éste mediante unión atornillada.

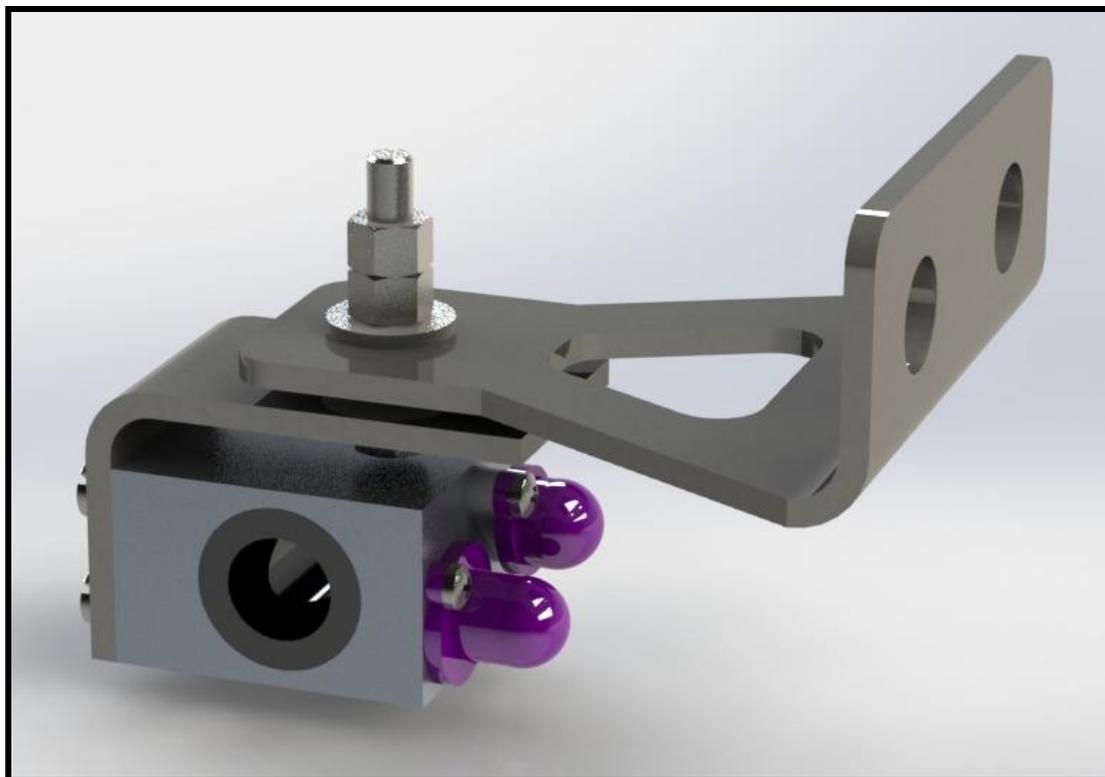


Figura 3.21. Subconjunto carro

Se diseña un sistema similar a la unión del subconjunto pivotante con la estructura de la máquina para que el soporte de los rodillos pueda girar libre respecto del carro. Para que el carro se desplace longitudinalmente sin rotar sobre si mismo se le dota de dos ruedas que apoyarán sobre el propio perfil de la máquina.

- SUBCONJUNTO MOTOR

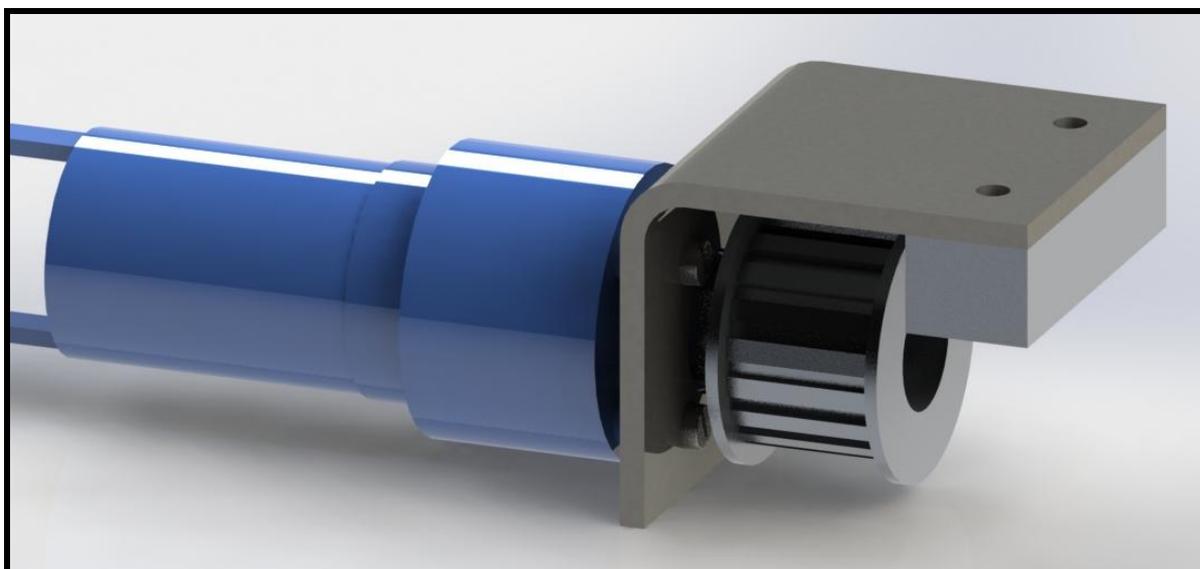


Figura 3.22. Subconjunto motor

Este subconjunto lo componen el motor y la polea motriz encargados de mover el carro. La polea es perfectamente compatible con el motor, solo es necesario realizar un taladro para unirla al eje del motor mediante un tornillo de fijación y rebajar un poco un reborde que rozaba contra el soporte del motor. Se diseña un soporte para el motor que irá unido a la estructura de la máquina con unión atornillada y necesitará una pieza que lo eleve para que la polea motriz quede alineada con el resto del sistema.

- SUBCONJUNTO GUÍA

El carro se desplaza por medio de un rodamiento por una guía cilíndrica. Para unir la guía a la máquina se decide utilizar dos soportes y atornillarlos al propio perfil de la máquina. Se plantea la posibilidad de unir la guía a los soportes mediante rosca, pero se desecha esta opción por la posibilidad de que termine desenroscándose. Finalmente se decide unir la guía al soporte a presión por un lado y simplemente apoyando el otro extremo en un soporte con holgura suficiente para que sea fácilmente desmontable.

En este subconjunto también se diseñan unos soportes para los finales de carrera que irán atornillados en la misma unión que los soportes de la guía a la máquina.

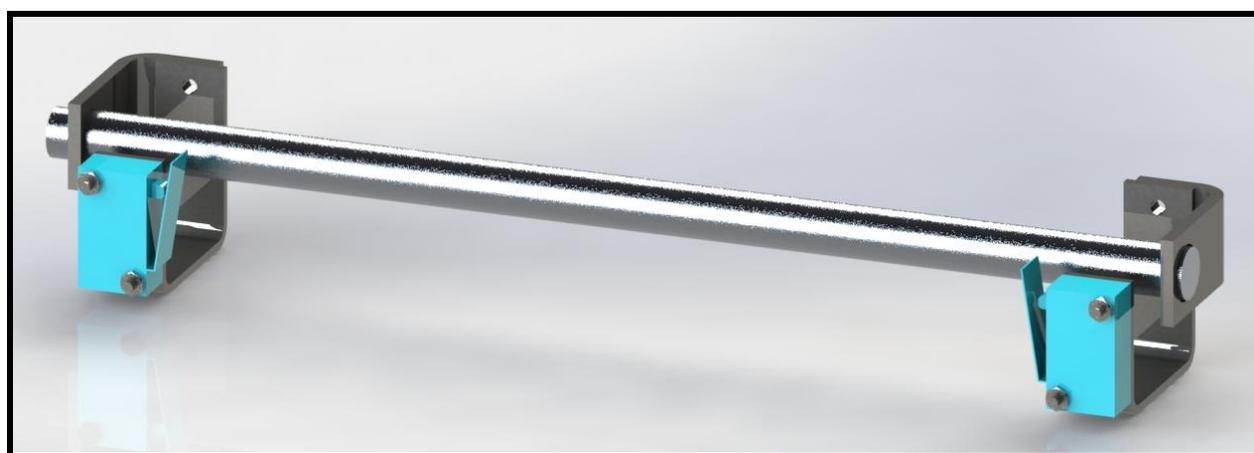


Figura 3.23. Subconjunto guía

- SUBCONJUNTO POLEA

La polea conducida se une a la máquina mediante un tornillo que hace de eje y gira sobre un casquillo unido a presión a un rodamiento radial de bolas. También posee paredes para mantener la correa en su sitio.

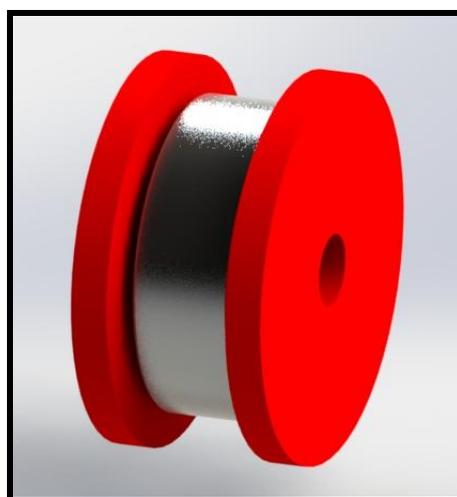


Figura 3.24. Subconjunto polea

CARCASA DE LA PLACA

Para proteger y sujetar la placa a la estructura de la máquina se diseña una carcasa que irá atornillada a los perfiles. La placa irá apoyada sobre un reborde y estará completamente accesible para poder manejar todos los botones e interruptores.

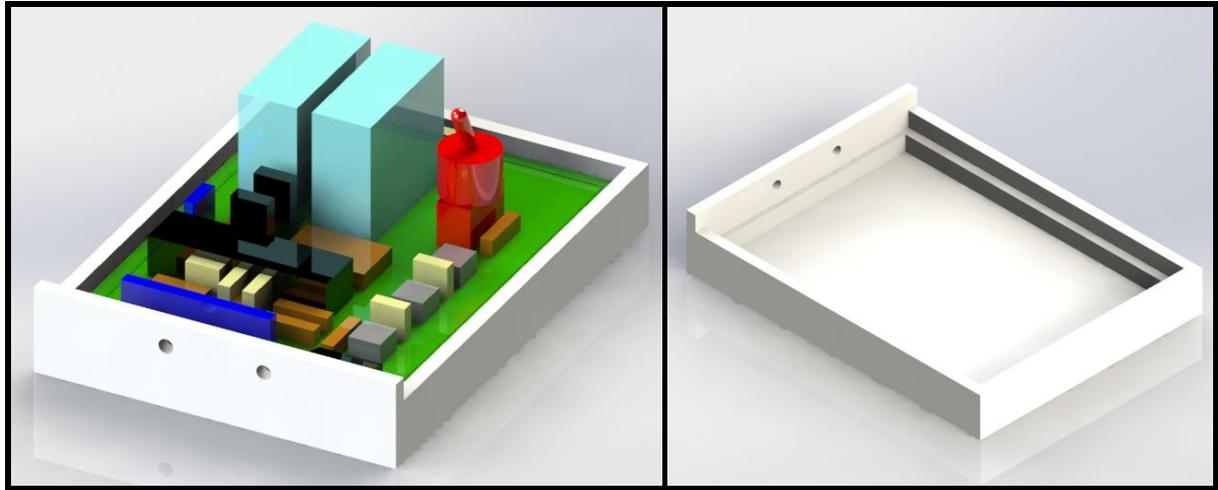


Figura 3.25. Carcasa placa

3.1.4. DISEÑO ELECTRÓNICO

Los elementos que se deben controlar en el sistema de guiado de banda son básicamente el motor y los sensores. A mayores se añaden otros elementos que ayudan a controlar el sistema. Se dotará de dos finales de carrera por seguridad a cada lado de la guía y que impedirán que el motor siga girando cuando el carro llegue al final del recorrido. También se incluirán en el diseño unos pulsadores para poder realizar el control manual.

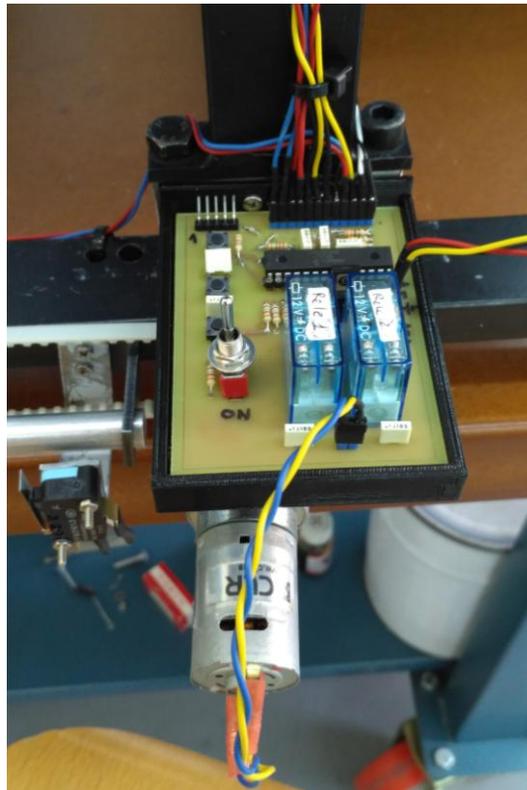


Figura 3.26. PCB

Todos los componentes necesarios para el control del sistema irán integrados en una placa de circuito impreso (PCB) excepto el motor, los sensores y los finales de carrera. La ubicación de estos elementos fue explicada en el apartado "3.1.3. *Diseño mecánico*" y la forma de conectarlos a la placa será mediante cables y conectores. En la figura 3.27 se observa el cableado final. Cabe destacar que para que los sensores sean totalmente móviles a lo largo de la estructura que soporta el triángulo el cable debe ser considerablemente largo y se recogerá el sobrante mediante bridas. Todo el cableado se sujeta a la estructura de la máquina con bridas, asegurándose de que no queda ningún cable suelto y queden perfectamente recogidos sin entorpecer el funcionamiento.

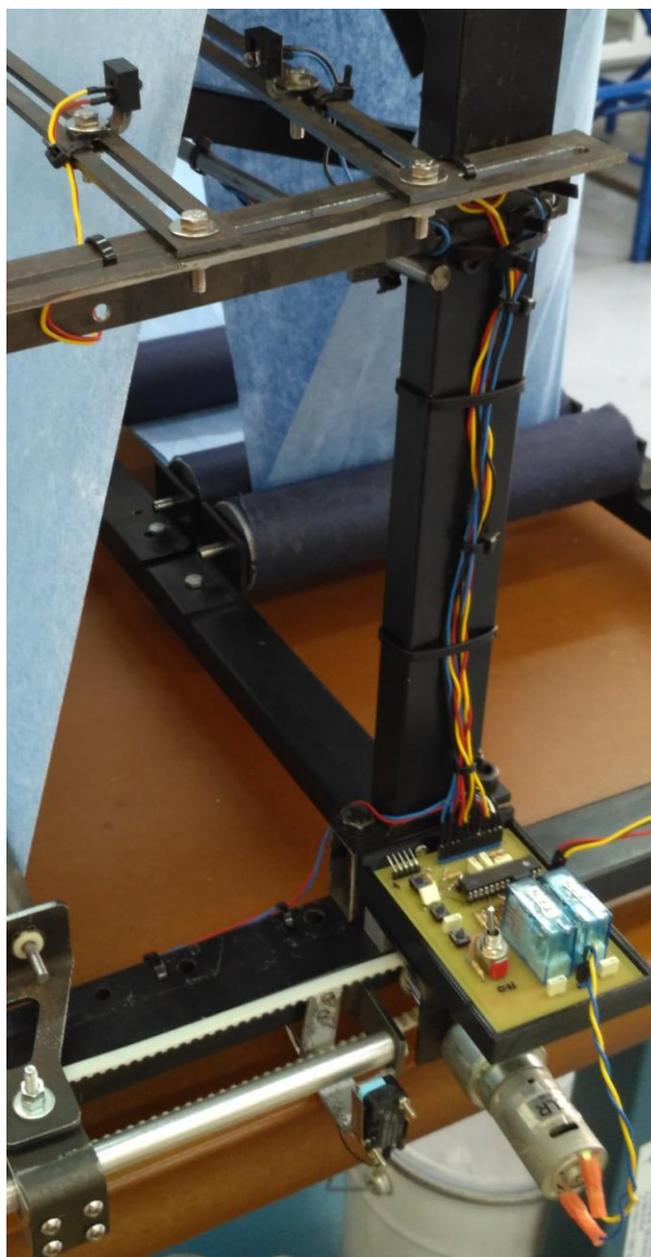


Figura 3.27. Cableado

Cada uno de los componentes que conforman la PCB será debidamente explicado en el apartado "4.1 *Selección de componentes y materiales*". A continuación se mostrarán los esquemas de conexión de todos ellos.

Para conseguir que el motor pueda girar en ambos sentidos y también pararse, se plantea utilizar un driver. Como no se posee ninguno válido para el motor que se va a utilizar, se diseña un circuito que cambie la polaridad del motor mediante 4 interruptores controlados por 2 relés.

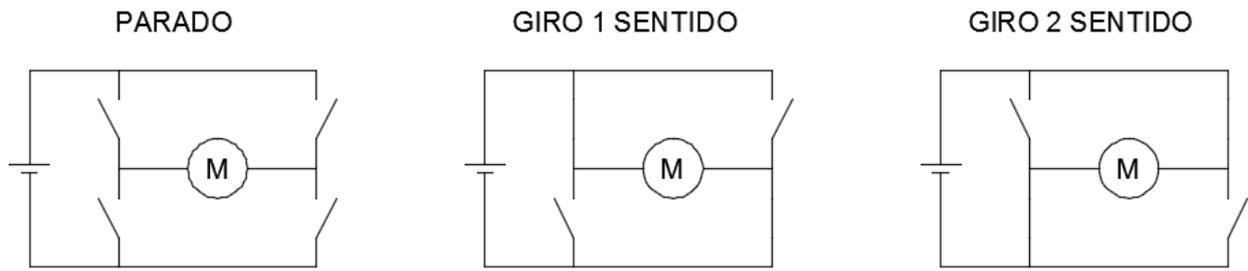


Figura 3.28. Puente en H

El diseño seguido es el que se puede ver en la figura 3.29. En la figura 3.30 se observa el mismo circuito en los dos modos de funcionamiento de giro. Hay que tener en cuenta que debe asegurarse que en el software nunca se manden dos positivos al motor ya que lo quemaría.

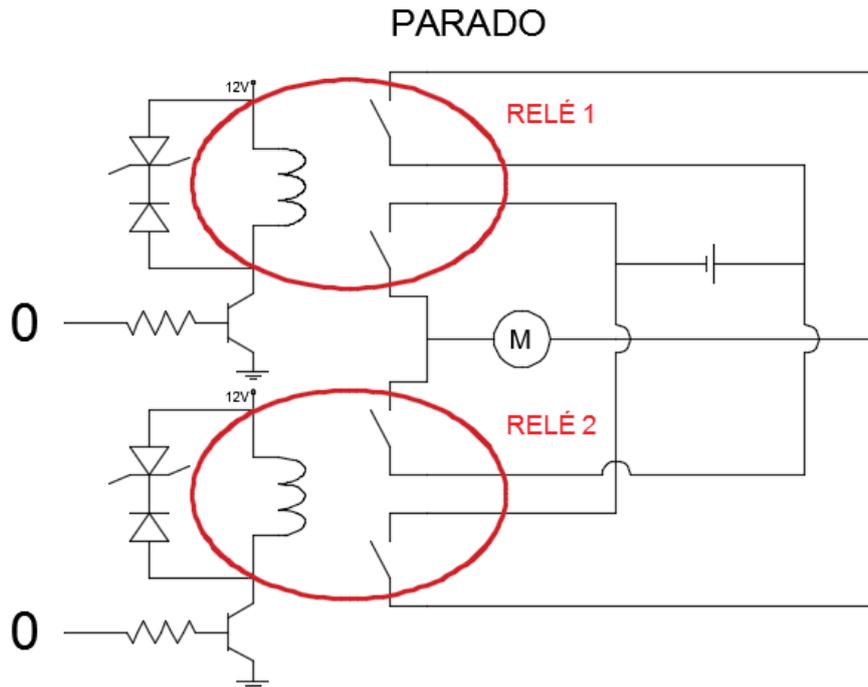


Figura 3.29. Circuito inversor y paro

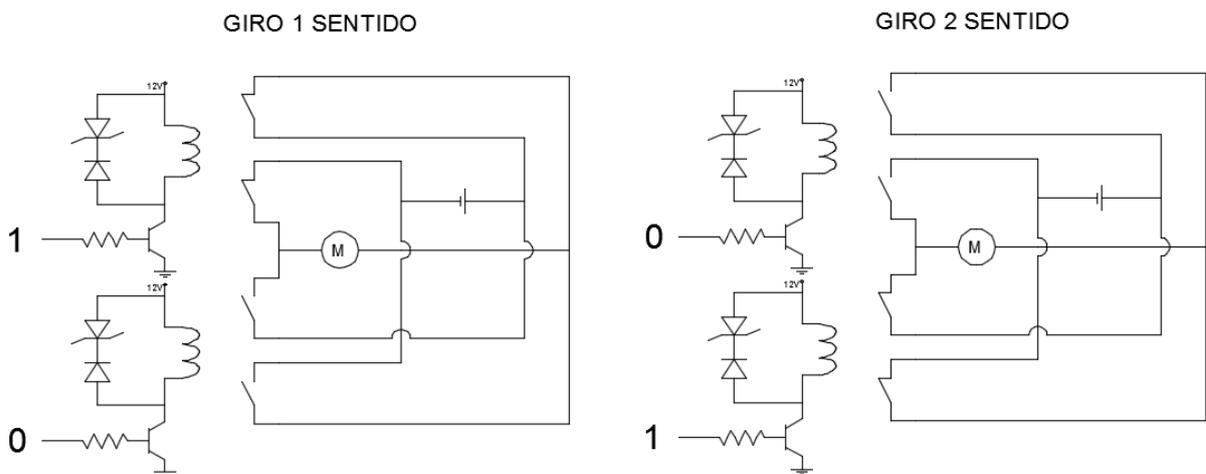


Figura 3.30. Modos de funcionamiento del motor

Para escribir el código que programaremos en el PIC se hace un esquema de funcionamiento. El sistema consta de las siguientes entradas y salidas.



Figura 3.33. Entradas y salidas

El funcionamiento del sistema es muy sencillo. Si el interruptor ON/OFF está encendido comienza el control.

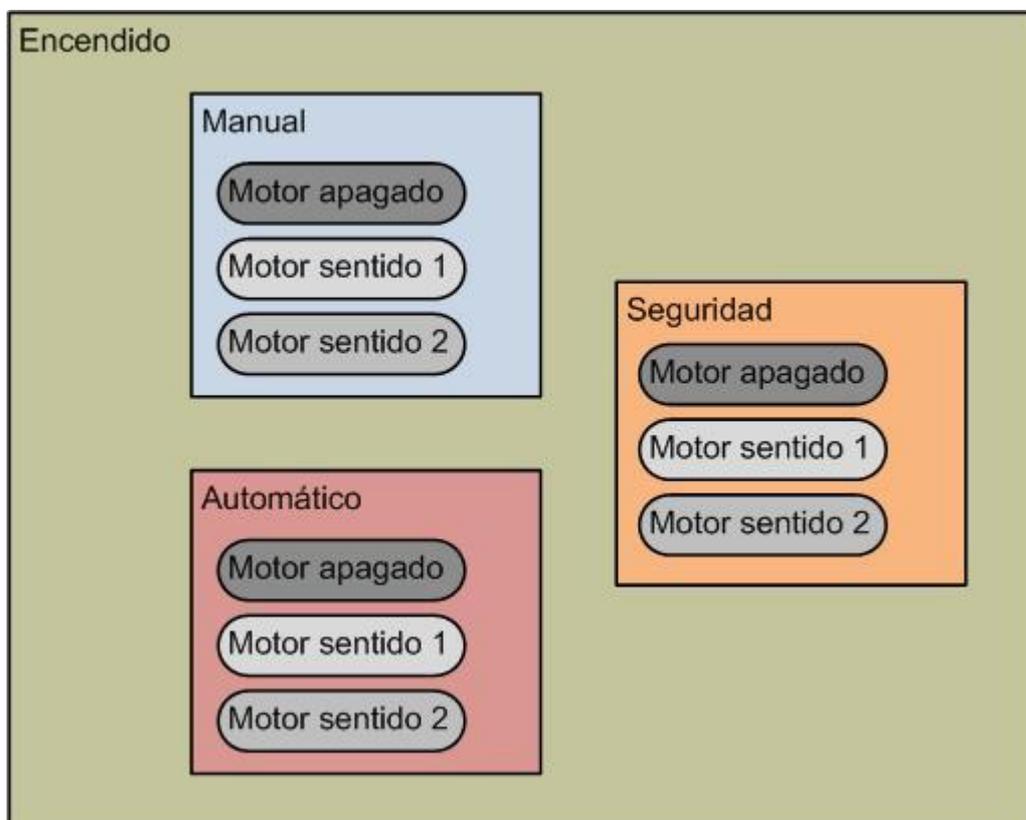


Figura 3.34. Funcionamiento

Si se detecta una de las entradas se comprueba que no haya información contradictoria, es decir que no se le esté mandando al motor moverse en los dos sentidos. Por ejemplo si el pulsador 1, que manda girar al motor en el sentido 1, y el sensor 2, que manda al motor girar en el sentido 2, están encendidos a la vez, el código hace que el motor se pare. Si se detectan dos entradas que mandan al motor girar en el mismo sentido el motor funcionará sin problemas. Si no se detecta ninguna entrada el motor se mantendrá en reposo. El funcionamiento queda recogido en el esquema de la figura 3.35.

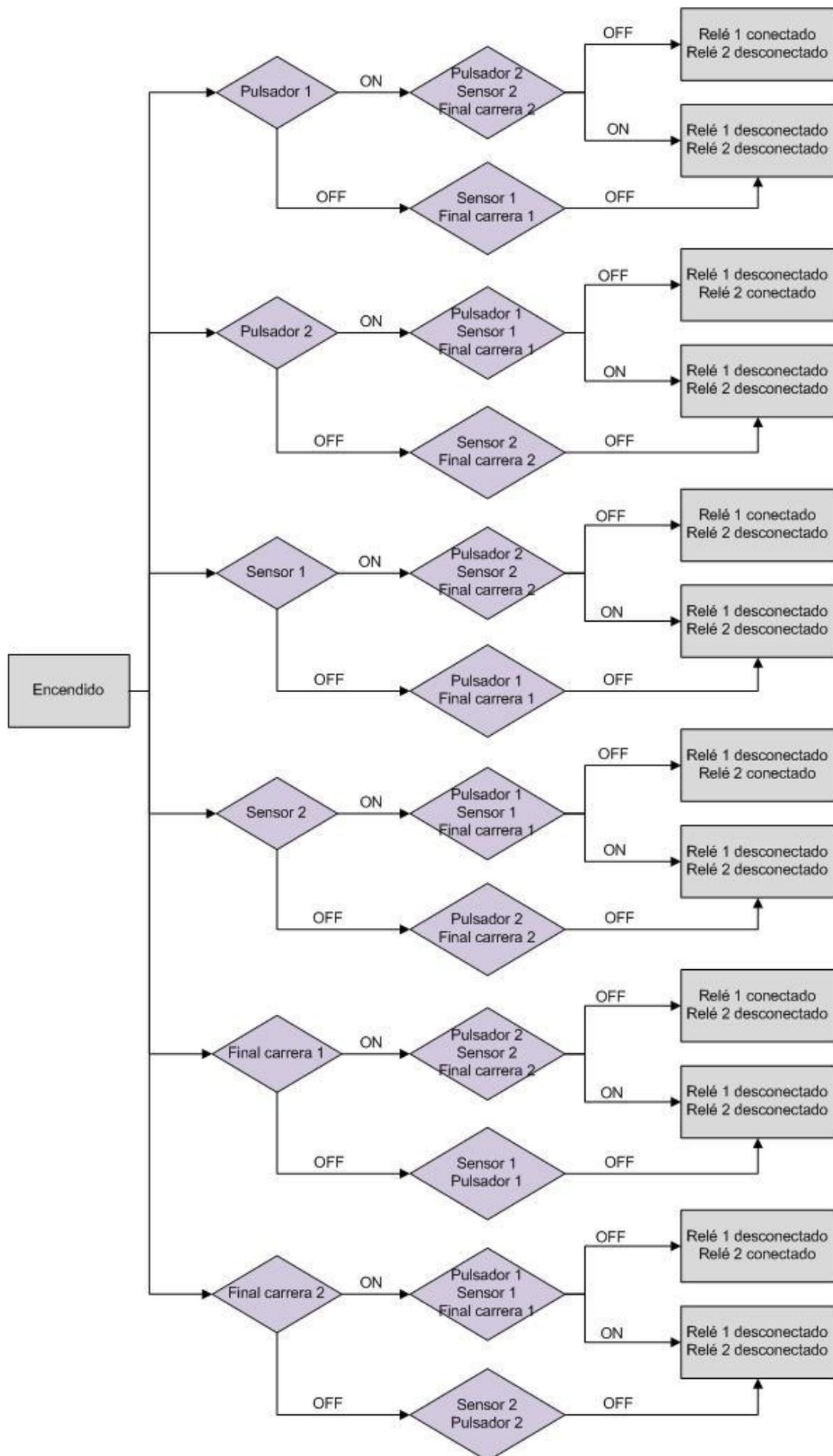


Figura 3.35. Diagrama de funcionamiento

4. IMPLEMENTACIÓN FÍSICA DEL PROTOTIPO

Una vez diseñado el sistema se comienza con la implementación del mismo.

4.1. SELECCIÓN DE COMPONENTES Y MATERIALES

Uno de los requisitos más importantes del proyecto es que sea económico, reutilizando materiales y componentes siempre que sea posible. Todos los componentes principales han sido reutilizados y las piezas que han de fabricarse a medida se diseñan en base al material disponible en el taller.

A continuación se hará un resumen de las piezas fabricadas, detallando método de fabricación y material. También se resumirá la tornillería utilizada y se detallará la selección de componentes comerciales.

4.1.1. COMPONENTES FABRICADOS

Lista de material						
Pieza	Método de fabricación	Forma base	Material	Dimensiones [mm]	Peso [g]	Unidades
Carcasa placa	Impresión 3D		ABS		30	1
Sensores capuchón	Impresión 3D		ABS		0,6	4
Casquillo carro	Impresión 3D		ABS		0,64	1
Casquillo rodillo	Impresión 3D		ABS		1,5	2
Casquillo pivotante	Impresión 3D		ABS		1	1
Casquillo polea conducida	Impresión 3D		ABS		0,5	1
Pared polea conducida	Cortado laser	Chapa	Madera	Ø32x3	2,3	2
Sensores guía vertical	Cortado laser y plegado	Chapa	Acero AISI 304	220x55x3	250	2
Sensores guía horizontal	Cortado laser	Chapa	Acero AISI 304	230x20x3	78	4
Sensores soporte	Cortado laser y plegado	Chapa	Acero AISI 304	35x10x3	7	4
Chapa pivotante	Cortado laser	Chapa	Acero AISI 304	70x48x3	56	1
Soporte rodillos móvil	Cortado laser y plegado	Chapa	Acero AISI 304	103x70x3	101	1
Soporte carro	Cortado laser y plegado	Chapa	Acero AISI 304	77x28x3	46,7	1
Soporte motor	Cortado laser y plegado	Chapa	Acero AISI 304	88x45x3	86	1
Soporte guía a presión	Cortado laser y plegado	Chapa	Acero AISI 304	55x20x3	22	1
Soporte guía suelto	Cortado laser y plegado	Chapa	Acero AISI 304	55x20x3	22	1
Soporte final carrera izquierdo	Cortado laser y plegado	Chapa	Acero AISI 304	106x16x3	26	1
Soporte final carrera derecho	Cortado laser y plegado	Chapa	Acero AISI 304	106x16x3	26	1
Seperador motor	Fresado	Tocho	Aluminio 6082	45x12x15	20,6	1
Carro	Fresado	Tocho	Aluminio 6082	36x28x23	40	1
Soporte rodillos pivotante	Fresado	Tocho	Aluminio 6082	70x37x26	150	1
Tubo	Torneado	Tubo	Aluminio 6082	Ø18xØ14x520	141	2
Tope largo	Torneado	Redondo	Aluminio 6082	Ø18x67	17	2
Tope corto	Torneado	Redondo	Aluminio 6082	Ø18x37	7	2
Guía	Torneado	Redondo	Aluminio 6082	Ø12x265	81	1

Tabla 4.1. Lista de materiales

4.1.2. TORNILLERÍA

Tornillería					
Descripción	Norma	Métrica	Longitud	Diámetro	Cantidad
Tornillo hexagonal	ISO 4014	5	25		8
Tornillo hexagonal	ISO 4014	5	30		1
Tornillo hexagonal	ISO 4014	5	45		1
Tornillo hexagonal	ISO 4014	5	65		1
Tornillo hexagonal	ISO 4014	3	50		4
Tornillo hexagonal	ISO 4014	3	40		2
Tornillo estrella	ISO 7045	2	10		2
Tornillo estrella	ISO 7045	2,5	25		2
Tornillo estrella	ISO 7045	2,5	10		4
Tornillo ranurado	ISO 1207	2,5	16		4
Tornillo ranurado	ISO 1207	3	8		3
Tornillo ranurado	ISO 1207	3	10		2
Tornillo ranurado	ISO 1207	4	12		4
Tornillo Allen	ISO 4026	3	4		1
Tuerca	ISO 4034	5			13
Tuerca	ISO 4035	3			6
Tuerca	ISO 4035	2,5			6
Tuerca	ISO 4035	2			2
Arandela	ISO 10669			5,4	19
Circlip	DIN 471			12	2

Tabla 4.2. Tornillería

4.1.3. COMPONENTES COMERCIALES

CONJUNTO SENSORES Y CONJUNTO GUIADO DE BANDA

- CORREA

Se utiliza una correa dentada de poliuretano. El perfil elegido será tipo T (métrica), que corresponde a una correa dentada estándar clásica. El dentado tiene forma trapezoidal y sigue la norma DIN7721. La correa utilizada corresponde a un paso de 5mm y un ancho de 6mm.

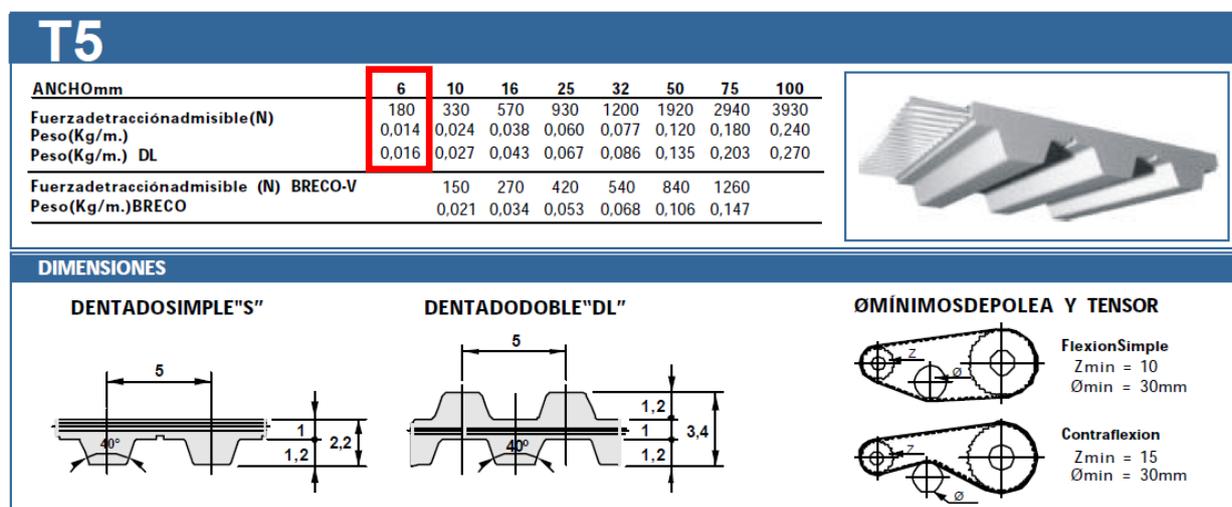


Figura 4.1. Correa

- POLEA MOTRIZ

Se utiliza una polea dentada de aluminio que sigue la norma DIN7721. El modelo utilizado será tipo métrica 27-T5 de 18 dientes



Figura 4.2. Polea motriz

- RUEDAS LOCAS

Se utilizan 2 ruedas locas de la marca Pololu para que el carro se apoye contra el perfil de la máquina. Las características se pueden ver en la figura 4.3. El modelo utilizado corresponde a 3/8", una de plástico y otra de metal.



Pololu ball caster ball diameter	height with no spacers	distance between screw holes	weight with no spacers or screws
3/8" plastic-ball	0.40"	0.53"	0.03 oz
3/8" metal-ball	0.40"	0.53"	0.14 oz
1/2" plastic-ball	0.53"	0.58"	0.07 oz
1/2" metal-ball	0.53"	0.58"	0.32 oz
3/4" plastic-ball	0.91"	0.24"	0.25 oz
3/4" metal-ball	0.83"	0.61"	1.05 oz
1" plastic-ball	1.10"	0.70"	0.36 oz

Figura 4.3. Ruedas

- RODAMIENTOS

Se utilizan 3 rodamientos lineales de bolas de dos tipos. Dos de ellos son KH1026/P/PP y el otro KH1228/P/PP.

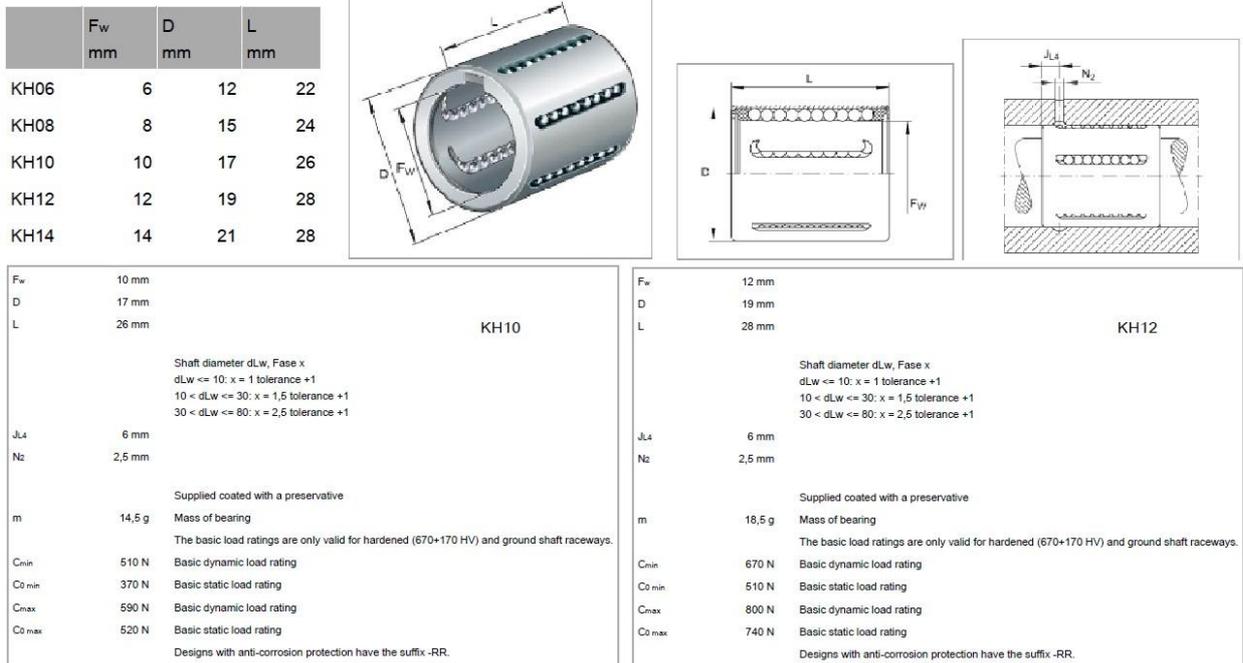


Figura 4.4. Rodamientos lineales

También se utiliza un rodamiento radial de bolas SKF 6000.

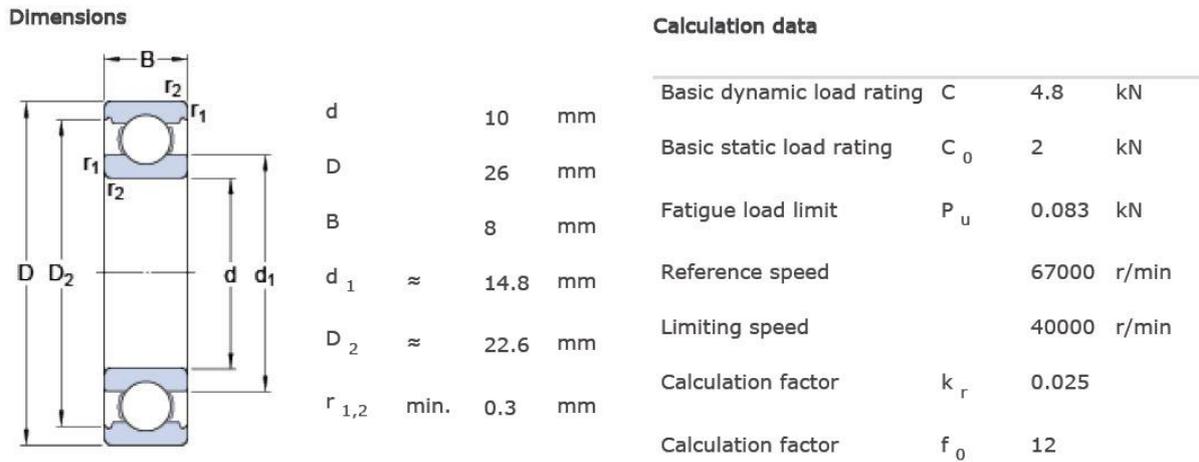
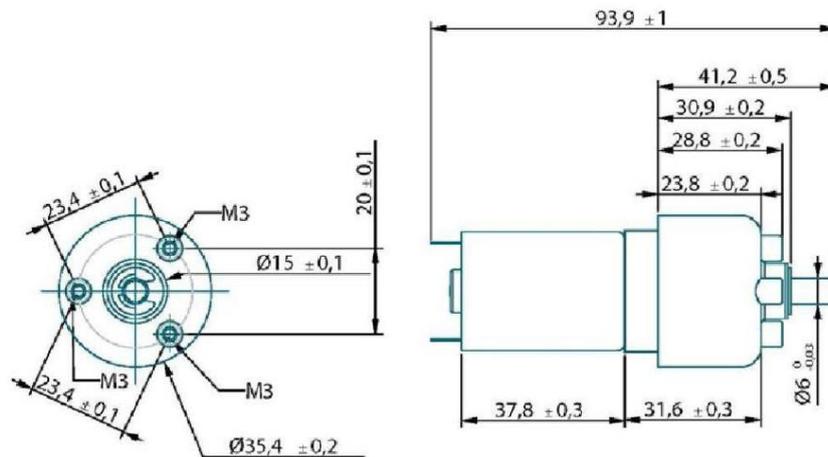


Figura 4.5. Rodamiento radial

- MOTOR

Se utiliza un motor CLR 9254 cuyas características se pueden ver en la figura 4.6.



Ref.	V.	VACIO		MÁXIMA EFICACIA				BLOQUEO		
		R.P.M.	A.	R.P.M.	A.	Kg·cm	N·m	A.	Kg·cm	N·m
9254	12	6.5	0.09	5.5	0.19	7.94	0.78	0.75	38.2	3.75

Características

- :: Reductor planetario diente recto.
- :: Eje de salida de acero.
- :: Rodamiento a la salida: bronce mecanizado.
- :: Máxima carga radial a 10 mm de la brida: 80 N.
- :: Máxima carga axial admisible: 50 N.
- :: Material engranajes: pom y acero.
- :: Carcasa: zamak.
- :: Fijación mediante 3 tornillos M3
- :: Número de etapas: 3

Figura 4.6. Motor

- SENSORES

Se utilizan 4 sensores, dos de ellos serán emisores de infrarrojos y los otros dos receptores compatibles con los anteriores. Como emisores se utilizará el modelo CQY99 y como receptores el BPW40. En la figura 4.7 se ve el emisor, de color azul, y el receptor, de color blanco.



Figura 4.7. Sensores

- FINALES DE CARRERA

Se utilizan dos finales de carrera VT1602.

OF	max.	120g
RF	min.	10g
PT	max.	3.2 mm
OT	min.	1.8 mm
MD	max.	1.0mm
OP		15.2±1.5 mm

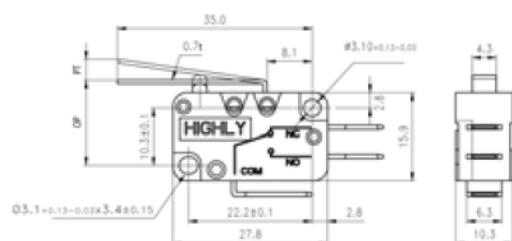


Figura 4.8. Final de carrera

PCB

- PIC

Se utiliza un microcontrolador para realizar el control del sistema. Para seleccionar qué microcontrolador usar se elige de entre los disponibles en el laboratorio el que más se ajusta a nuestras necesidades. Debe poseer mínimo 6 entradas y 2 salidas digitales, puertos para comunicarse con el PC mediante un PICkit3 y se valorará que posea algún modulo temporizador por si se requiere en algún momento. Finalmente se elige el microcontrolador PIC16F886.

- INTERRUPTOR

Para el encendido y apagado del sistema se utiliza un interruptor de tipo palanca como el que se aprecia en la figura 4.9.



Figura 4.9. Interruptor

- PULSADORES

Se necesitan 3 pulsadores en la implementación de la PCB. Dos de ellos estarán destinados al control manual del motor y el tercero a la función reset del PICkit. Los tres serán iguales al que se ve en la figura 4.10.



Figura 4.10. Pulsador

- RELÉS

Para el control del motor se implementará un circuito de puente en H con dos relés dobles del fabricante Finder modelo 40.52.



Figura 4.11. Relé

- TRANSISTORES

Para el circuito de control del motor se necesitan dos transistores. Se utilizarán dos DB139.

- DIODOS

Para el control del motor se necesitarán dos tipos de diodos. Se usarán dos 1N4148 y otros dos diodos Zener de 10V.

- CONDENSADORES

Se incorporan condensadores de desacoplo de 100n entre alimentación y masa de los relés y del PIC. También se utiliza este mismo tipo de condensador para evitar rebotes de los pulsadores y de los finales de carrera.

- CONECTORES

Se utiliza tira de pines macho para las conexiones de los finales de carrera, los sensores, el motor y la alimentación. Para la conexión del PICKIT se utiliza tira de pines macho acodada.

4.2. MONTAJE

En este apartado se explicará la secuencia de montaje paso a paso.

1° - Subconjunto rodillo: Se comienza uniendo los tubos de los rodillos a los topos roscados y fijándolos con adhesivo.

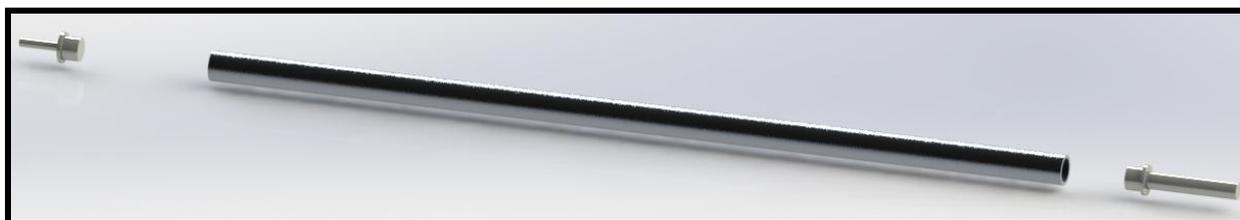


Figura 4.12. Paso 1 del montaje

2° - Guía con soporte a presión: Se inserta la guía al soporte a presión asegurándose que quede lo más fijo posible.



Figura 4.13. Paso 2 del montaje

3° - Rodamientos: Se insertan los tres rodamientos lineales a sus respectivos soportes.

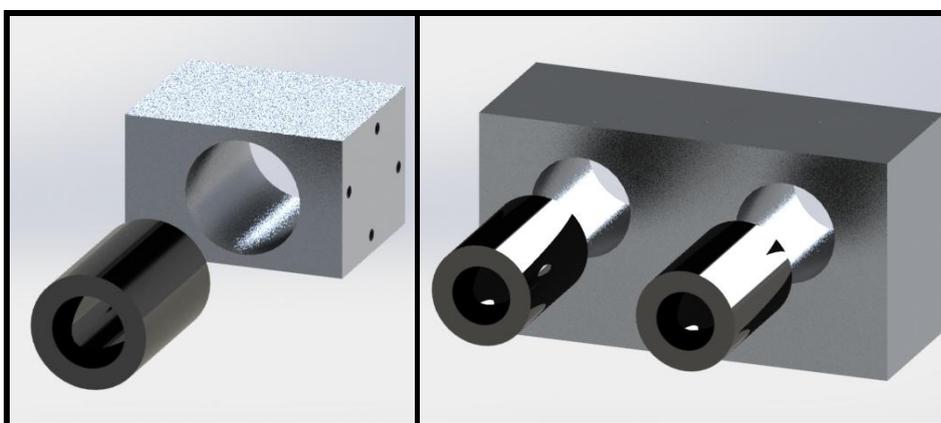


Figura 4.14. Paso 3 del montaje

4° - Correa a carro: Se atornilla la correa al carro.

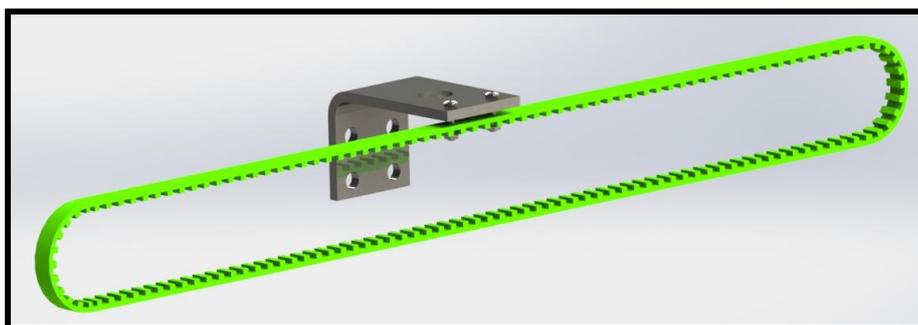


Figura 4.15. Paso 4 del montaje

5° - Casquillos: Se montan los casquillos que soportarán el extremo móvil de los rodillos en el soporte y se sujetan con los circlips. También se montan los casquillos de las uniones pivotantes del carro y del subconjunto pivotante. Finalmente se acopla el casquillo al rodamiento radial.

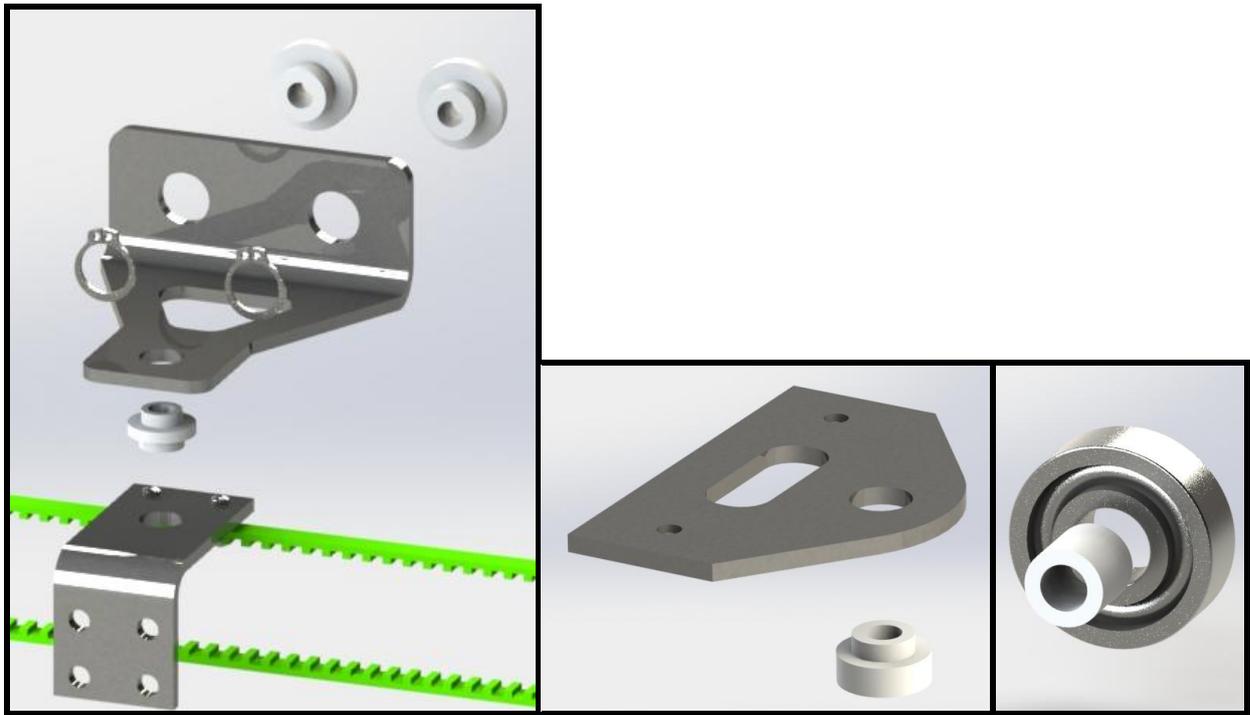


Figura 4.16. Paso 5 del montaje

6° - Soporte rodillos y soporte carro: se atornilla la unión pivotante.

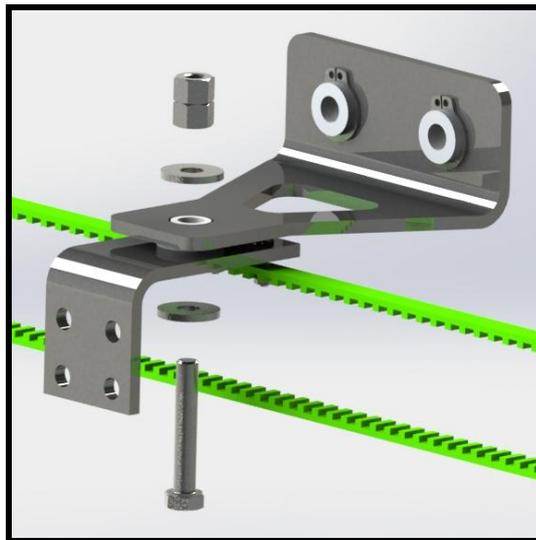


Figura 4.17. Paso 6 del montaje

7° - Subconjunto pivotante: Se atornilla el soporte de los rodillos a la chapa pivotante y todo ello a la estructura.

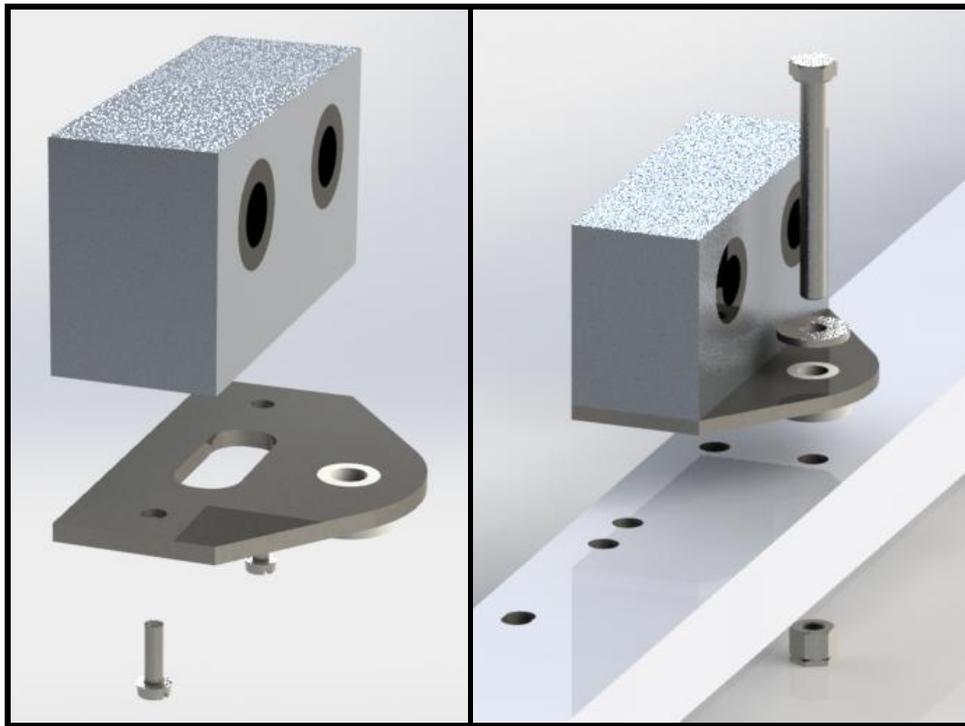


Figura 4.18. Paso 7 del montaje

8° - Ruedas al carro: Se atornillan las dos ruedas locas al carro.

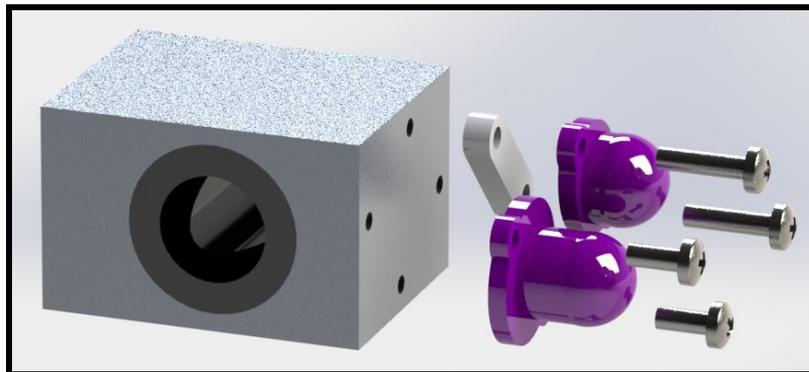


Figura 4.19. Paso 8 del montaje

9° - Finales de carrera: Se atornillan los finales de carrera a sus respectivos soportes.

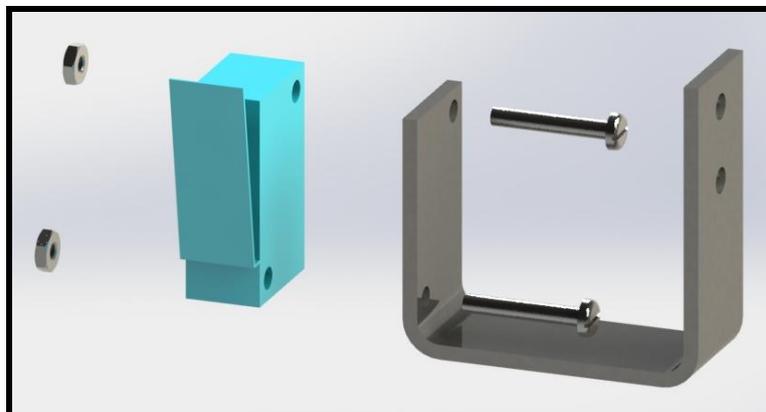


Figura 4.20. Paso 9 del montaje

10° - Carro a guía: Se introduce el carro en la guía.



Figura 4.21. Paso 10 del montaje

11° - Guía a estructura: se atornilla primero el soporte unido a la guía junto con un final de carrera y finalmente, teniendo el carro colocado en posición, se atornilla el soporte suelto junto con el otro final de carrera.

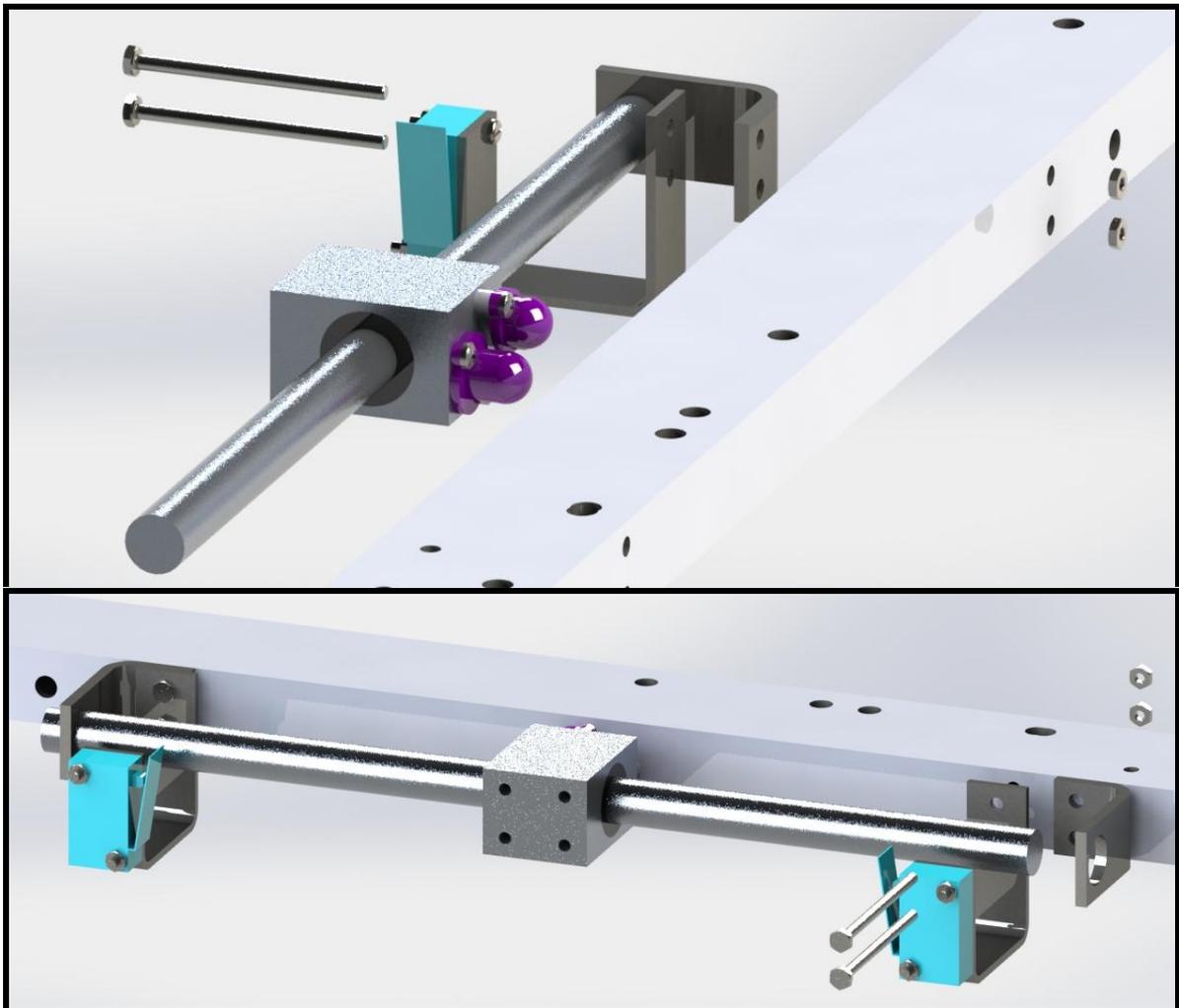


Figura 4.22. Paso 11 del montaje

12° - Rodillos: se introducen los rodillos en el subconjunto pivotante y en el subconjunto carro.

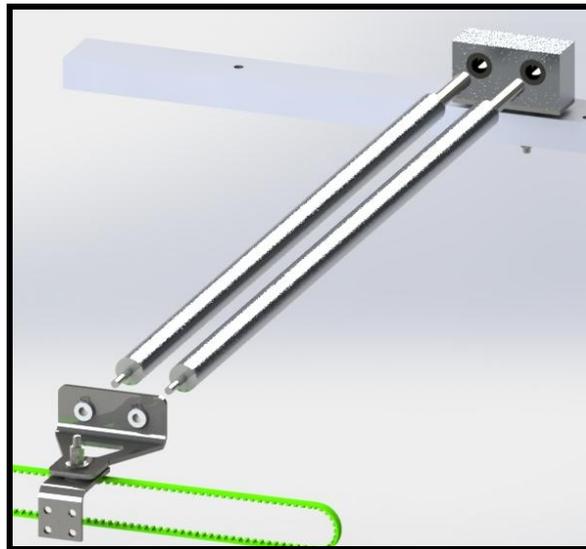


Figura 4.23. Paso 12 del montaje

13° - Subconjunto carro: Se atornilla el carro al soporte carro.

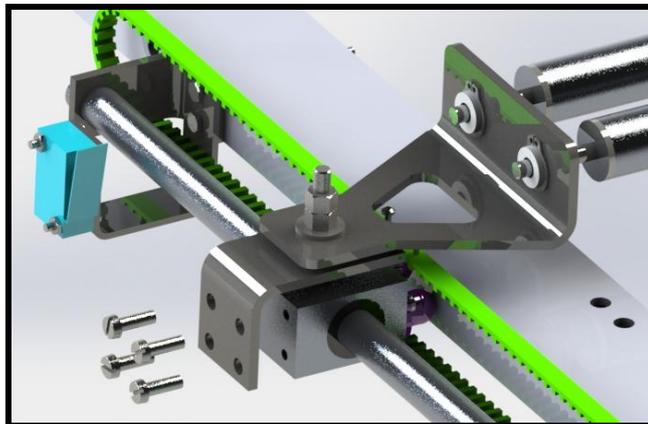


Figura 4.24. Paso 13 del montaje

14° - Subconjunto polea conducida: se atornilla la polea a la estructura de la máquina.

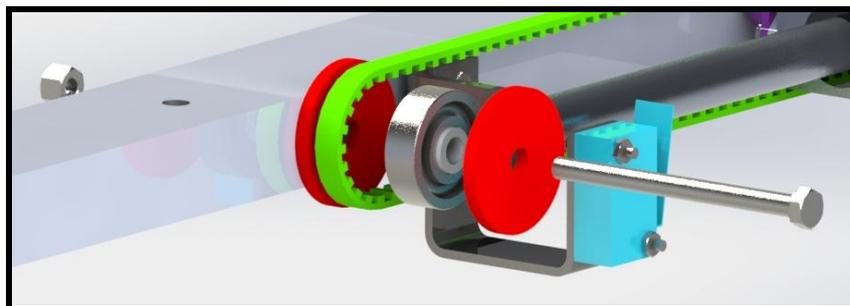


Figura 4.25. Paso 14 del montaje

15° - Subconjunto motor: se atornilla el motor al soporte del motor y luego la polea motriz al eje del motor. Finalmente se pasa la correa por la polea y se atornilla el subconjunto a la máquina.

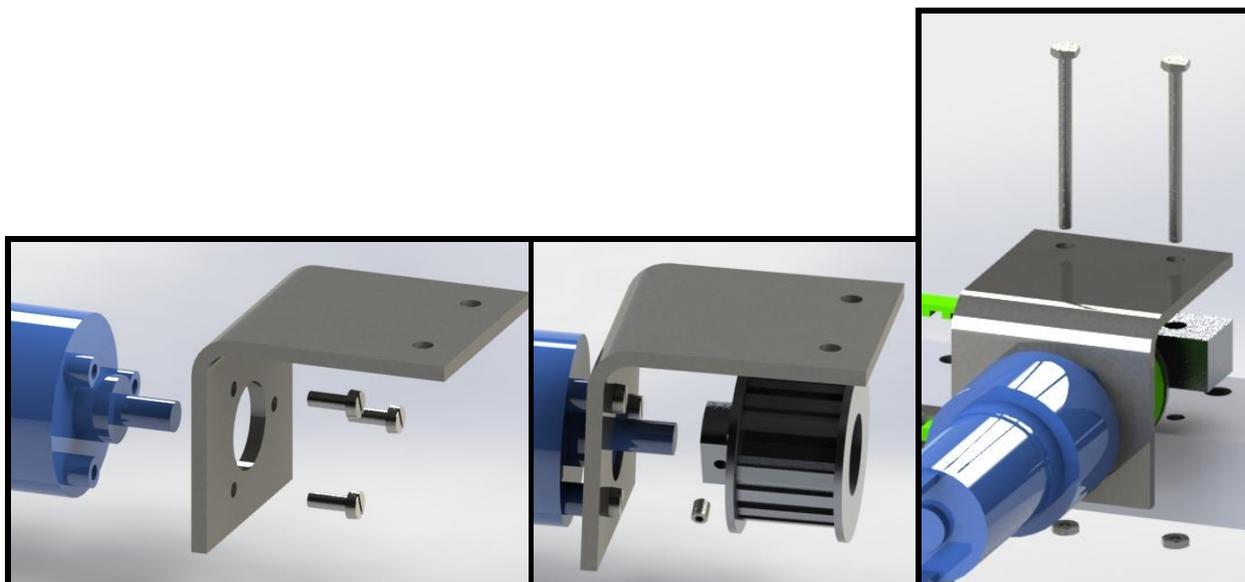


Figura 4.26. Paso 15 del montaje

16° - Guías del conjunto sensores: El montaje es el mismo para cada par de sensores. Lo primero que hay que hacer es atornillar los soportes a las guías y las guías entre sí sin apretar demasiado. Estas uniones se apretarán al final del proceso cuando se hayan colocado en la posición deseada. Cuando se quiera cambiar la posición de los sensores se aflojarán y se volverán a apretar en la nueva posición.

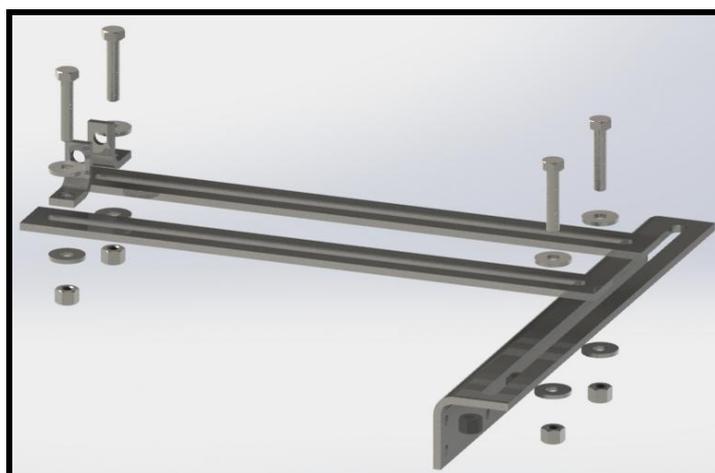


Figura 4.27. Paso 16 del montaje

17° - Conjunto sensores: Se coloca el conjunto a la altura deseada del soporte del triángulo y se aprieta muy bien con un par de bridas. Cuando se quiera cambiar esta posición se cortarán las bridas y se utilizarán otras.



Figura 4.28. Paso 17 del montaje

18° - Placa: Se atornilla la carcasa de la placa a la máquina y se coloca la PCB encima.

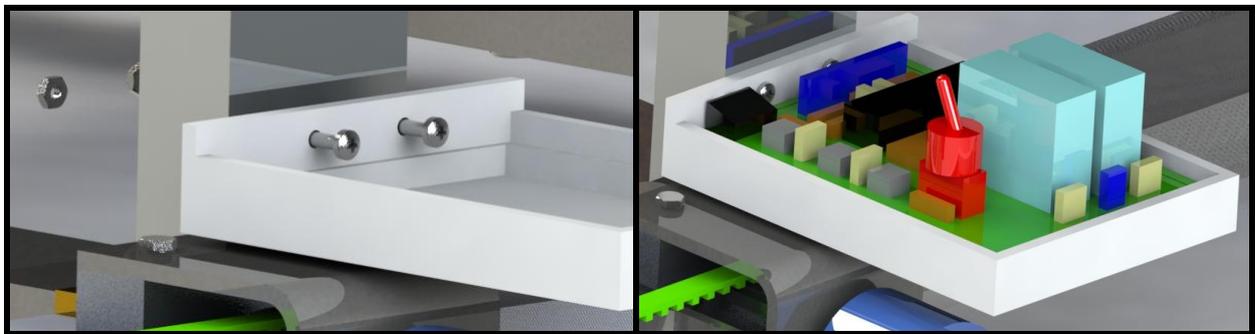


Figura 4.29. Paso 18 del montaje

19° - Cableado y capuchones: Finalmente se coloca el cableado de manera que no moleste al funcionamiento de la máquina y se cubren los sensores con los capuchones.

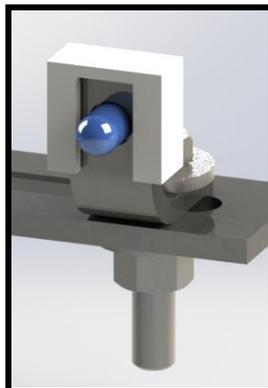


Figura 4.30. Paso 19 del montaje

El resultado final del montaje de la máquina real se puede ver en las siguientes fotografías (figura 4.31):



Figura 4.31. Resultado del montaje

5. PROTOCOLO DE PRUEBAS

Como se explicó a lo largo de la presente memoria, en el transcurso de este proyecto se realizan numerosas pruebas. Se comienza probando el funcionamiento del prototipo mecánico y, una vez se tiene el sistema de guiado de banda montado, se realizan las pruebas de la máquina en conjunto. El protocolo de pruebas del prototipo mecánico sin modificar está explicado en el apartado "1.2.2. Pruebas", en este apartado nos centraremos en el protocolo de pruebas de la máquina modificada.

Se comienza probando la parte mecánica del sistema de guiado de banda, conectando el motor directamente a 12V y sin tela. Se comprueba que funciona correctamente y se pasa a conectar la parte electrónica

Ya se comentó, cuando se habló del diseño electrónico, que se probó el funcionamiento de los sensores y el funcionamiento de doble giro y paro del motor por separado. Ahora se probará el funcionamiento del programa de control completo sobre la propia máquina.

La primera prueba se realiza con la tela colocada, sin que se mueva, y haciendo que cubra ambos sensores. Es decir, el sistema, una vez encendido, debe mantenerse en reposo. Se conecta la fuente de alimentación externa y acto seguido el interruptor ON/OFF. Se comprueba que el sistema permanece estable, es decir, funciona con normalidad.

La segunda prueba se realiza manualmente con la tela en la misma posición de antes. Se utilizan los pulsadores del control manual. Primero se comprueba que se desplaza hacia un lado y luego hacia otro.

Una vez que comprobamos el control manual pasamos a probar los finales de carrera haciendo que el carro llegue a ellos. Se comprueba que el motor se para cuando el carro llega al final de carrera y si soltamos el pulsador se aleja del final de carrera.

La última prueba que se realiza sin tirar de la tela es para comprobar los sensores. Se aparta la tela con la mano, primero de un sensor y luego de otro. Se comprueba que el sistema se mueve para un lado si se destapa uno de los sensores y para el contrario si se destapa el otro.

Habiendo comprobado todo el funcionamiento con la tela estática, se pasa a realizar pruebas con la tela en movimiento.

Se comienza tirando de la tela a mano. Se inicia el proceso con la tela desplazada hacia un lado, de manera que uno de los sensores quede destapado y el otro no. De esta manera se realizan 4 pruebas. Dos de estas pruebas tendrán el mismo código de programación que hasta ahora, primero iniciando el proceso con un sensor destapado y luego con el contrario. Para las dos pruebas restantes se modifica el código haciendo que el carro se desplace en sentido contrario con cada sensor. El propósito de este cambio es comparar con qué código se centra mejor la tela.

En las figuras 5.1 y 5.2 se representa la configuración más adecuada y en la documentación virtual (carpeta 5 Archivos adicionales - Videos) se adjuntan dos videos, uno con cada sensor, en los que se comprueba que con esta configuración la tela se centra con el movimiento de los rodillos y cuando está centrada el sistema de guiado de banda queda en reposo.

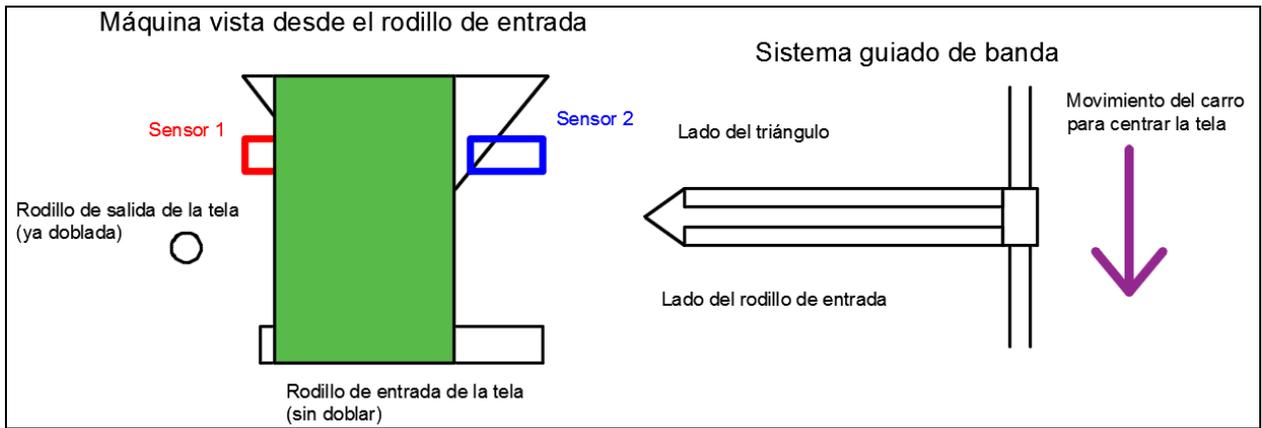


Figura 5.1. Movimiento del carro para el centrado de tela 1

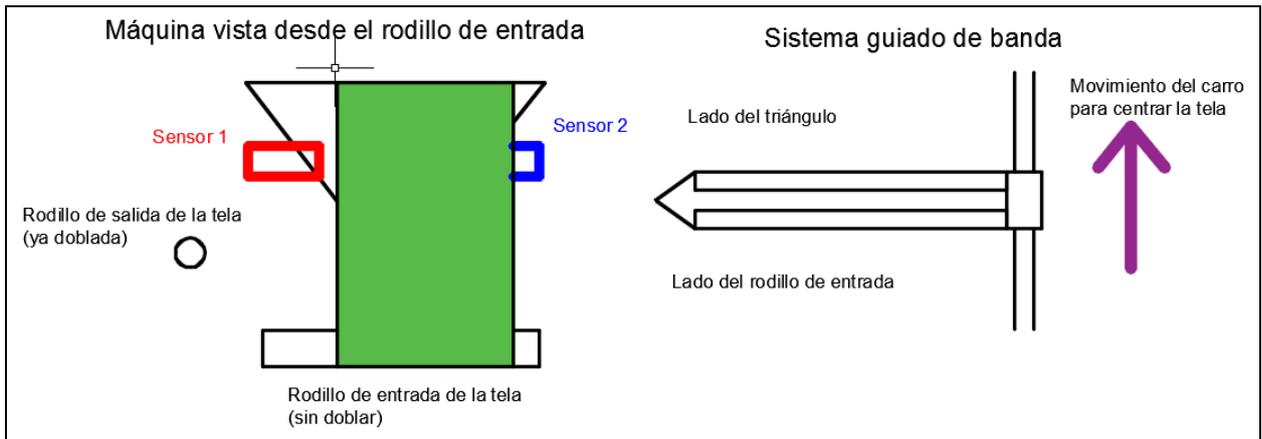


Figura 5.2. Movimiento del carro para el centrado de tela 2

En las figuras 5.3 y 5.4 aparecen la posición inicial de la tela y del sistema de guiado de banda en una de las pruebas realizadas con la configuración más favorable.

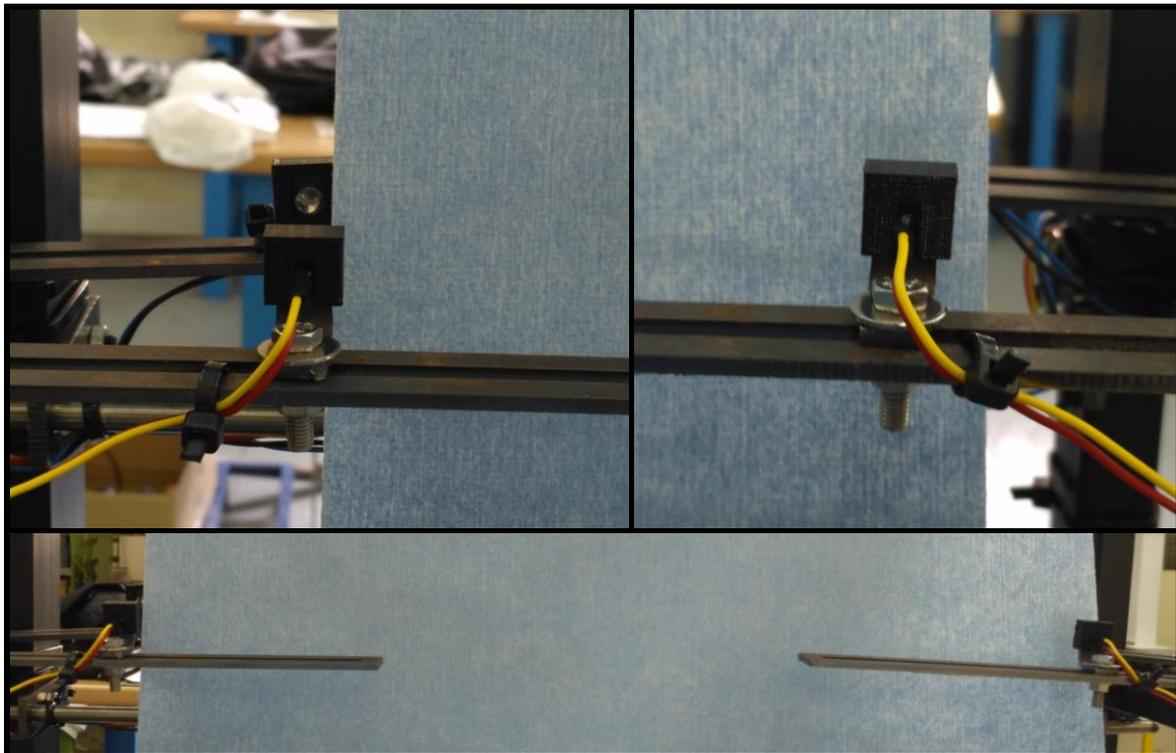


Figura 5.3. Posición inicial de la tela

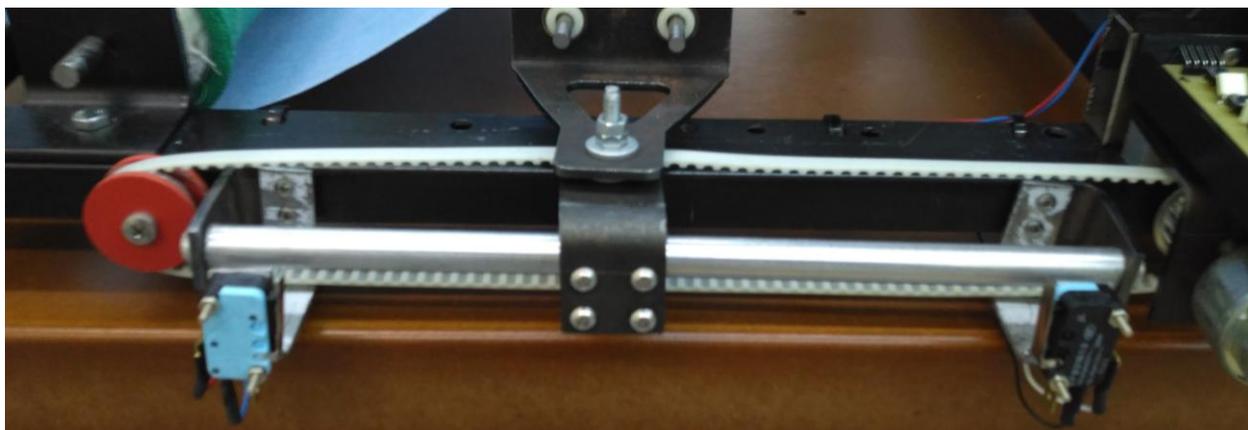


Figura 5.4. Posición inicial del sistema de guiado

En las figura 5.5 y 5.6 aparece la posición final de la tela y del sistema de guiado de banda en la misma prueba.



Figura 5.5. Posición final de la tela



Figura 5.6. Posición final del sistema de guiado

También se realizan pruebas con el motor que hace girar la tela en marcha. Se comprueba que el sistema de guiado funciona, pero no se aprecia gran mejoría en el rodillo de salida de la tela ya que ésta se desenrosca demasiado rápido como para que el sistema de guiado de banda pueda corregir su trayectoria a tiempo.

6. RESULTADOS OBTENIDOS

Como conclusión de la realización de este proyecto se podría resumir que el guiador de banda es un sistema válido y útil para optimizar el funcionamiento de la dobladora de tela. Si bien es cierto que no se obtuvo un doblado automático de la tela, si que se consiguió una mejora significativa.

En este trabajo se recogen todos los fallos encontrados y se plantean posibles soluciones para cada uno de ellos. Aunque no todos se hayan podido solucionar hasta el momento, se allana el camino para poder realizar esas modificaciones en un futuro.

Se destacan como las modificaciones más apremiantes: reducir la velocidad de desenrollado de la tela y, sobre todo, implementar un sistema de barras intermedias a la salida del triángulo.

7. ESTUDIO DE APLICABILIDAD

7.1. APLICACIÓN DEL PROTOTIPO

Debido a que es una petición de una empresa particular, es obvia la aplicabilidad inmediata de este proyecto. Como se explicó en el apartado "*1. Antecedentes y objetivos*", lo que requiere la empresa es una máquina que sea capaz de doblar rollos de tela de forma automática y continua a la mitad de su ancho.

Cabe destacar que el sistema de guiado de banda es un sistema que se puede utilizar en muchas aplicaciones industriales, sobretodo en fabricación en serie de cualquier tipo de material que haya que enrollar y/o desenrollar.

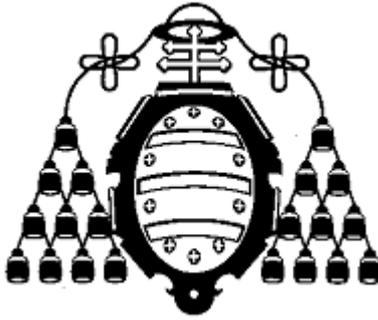
7.2. COMPARACIÓN CON SISTEMAS YA EXISTENTES

Aunque ya se ha comentado que los guidores de banda ya existen en el mercado, en el diseño de este sistema se ha intentado innovar buscando nuevas soluciones más sencillas y económicas. Por ejemplo, para el controlador se utiliza un PIC en vez de lo más común que es usar un PLC, para el actuador se utiliza un sistema de correa en vez de un husillo, se diseñan los sensores de horquilla en vez de usar comerciales...

Si se compara con otros sistemas que se encuentran en el mercado podemos apreciar estas diferencias, pero su finalidad es la misma. Para tratarse de un primer prototipo cumple los requisitos exigidos de una manera satisfactoria.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sandra Miguel Rodríguez. *Diseño y Construcción de una Plegadora de Tela*. Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo, Mayo 2015.
- [2] Tougu Denki Industry Corp. Disponible via DIALOG. <http://www.tougu.com.tw/es/index.php>
- [3] Ignacio Álvarez García. *Apuntes de la asignatura Montaje y Verificación de Sistemas Mecatrónicos*. Máster en Ingeniería Mecatrónica, Universidad de Oviedo, 2014.
- [4] Miguel Ángel José Prieto, Fernando Nuño García. *Apuntes de la asignatura Dispositivos Microelectrónicos de Control*. Máster en Ingeniería Mecatrónica, Universidad de Oviedo, 2013.
- [5] Rick's Measuring Machine Services, INC. Disponible via DIALOG. <http://www.ricksmeasuringmachines.com/>
- [6] Suntech Textile Machinery. Disponible via DIALOG. <http://www.suntech-machinery.es/>
- [7] Construcciones Mecánicas Vela, S.L. Disponible via DIALOG. <http://mecavela.jimdo.com/>
- [8] JM Maquinarias. Disponible via DIALOG. <http://www.jmmaquinarias.com/index.php>
- [9] Pablo Pompa. *Carril motorizado para fotografía y vídeo. Construcción de un slider motorizado*. En: Super Robótica - INTPLUS. Disponible via DIALOG. <http://www.superrobotica.com/slider.htm>
- [10] RS - Amidata S.A. Disponible via DIALOG. <http://es.rs-online.com/web/>
- [11] TEM Electronic Components. Disponible via DIALOG. <http://www.tme.eu/es/>
- [12] PC Componentes y multimedia SLU. Disponible via DIALOG. <http://www.pccomponentes.com/>
- [13] Materials 4 ME. Disponible via DIALOG. <https://www.materials4me.es/>
- [14] SKF. Disponible via DIALOG. <http://www.skf.com/es/index.html>
- [15] Schaeffler Technologies. Disponible via DIALOG. <http://www.schaeffler.es/content.schaeffler.es/es/index.jsp>
- [16] Barnes Group Spain. Disponible via DIALOG. <http://www.bgespana.com/>



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

CENTRO INTERNACIONAL DE POSTGRADO

MASTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

PLANOS

**DESARROLLO DE PROTOTIPO DE
MÁQUINA DOBLADORA DE TELA**

JULIO 2016

Paula Rodríguez Parra

José Manuel Sierra Velasco

ÍNDICE PLANOS

CODIFICACIÓN: TIPO (mecánico/eléctrico/electrónico) C-S-P-R

C: conjunto (si lo hay) S: subconjunto (si lo hay) P: pieza o plano R: revisión

MECÁNICOS:

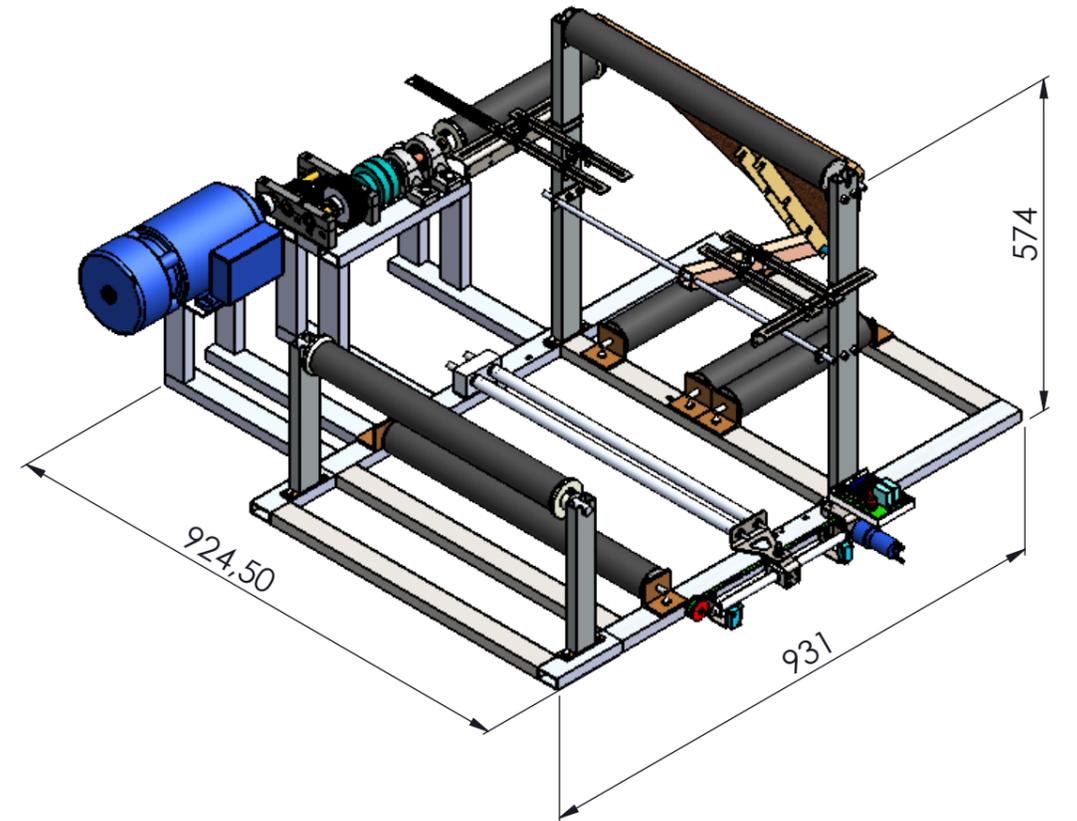
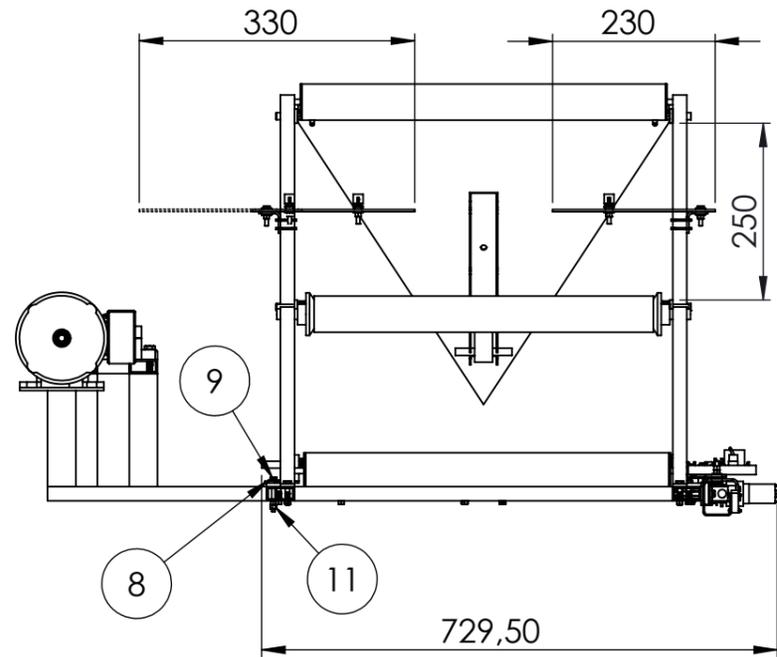
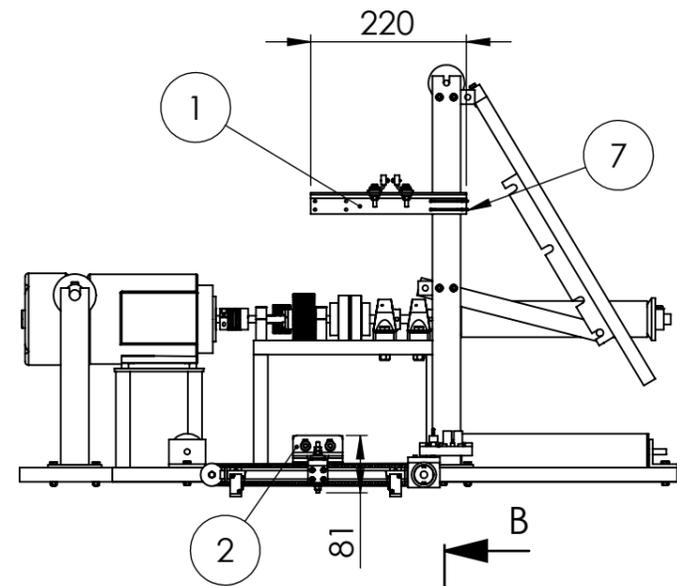
MECÁNICO C1-P1-R3: CONJUNTO PLEGADORA	1
MECÁNICO C1-P2-R2: MODIFICACIÓN PERFIL IZQUIERDO	2
MECÁNICO C1-P3-R2: MODIFICACIÓN PERFIL DERECHO	3
MECÁNICO C1-P4-R1: CARCASA PLACA	4
MECÁNICO C2-P1-R3: CONJUNTO SENSORES	5
MECÁNICO C2-P2-R1: GUÍA VERTICAL SENSORES	6
MECÁNICO C2-P3-R1: GUÍA HORIZONTAL SENSORES	7
MECÁNICO C2-P4-R1: SOPORTE SENSORES	8
MECÁNICO C2-P5-R2: CAPUCHÓN SENSORES	9
MECÁNICO C3-P1-R2: CONJUNTO GUIADO DE BANDA	10
MECÁNICO C3-S1-P1-R1: SUBCONJUNTO PIVOTANTE	11
MECÁNICO C3-S1-P2-R1: SOPORTE RODILLOS PIVOTANTE	12
MECÁNICO C3-S1-P3-R2: CHAPA PIVOTANTE	13
MECÁNICO C3-S1-P4-R1: CASQUILLO PIVOTANTE	14
MECÁNICO C3-S2-P1-R1: SUBCONJUNTO RODILLO	15
MECÁNICO C3-S2-P2-R4: TUBO	16
MECÁNICO C3-S2-P3-R4: TOPE LARGO	17
MECÁNICO C3-S2-P4-R4: TOPE CORTO	18
MECÁNICO C3-S2-P5-R1: CASQUILLO RODILLO	19
MECÁNICO C3-S3-P1-R1: SUBCONJUNTO CARRO	20
MECÁNICO C3-S3-P2-R2: SOPORTE RODILLOS MÓVIL	21
MECÁNICO C3-S3-P3-R2: SOPORTE CARRO	22
MECÁNICO C3-S3-P4-R1: CARRO	23
MECÁNICO C3-S3-P5-R1: CASQUILLO CARRO	24
MECÁNICO C3-S4-P1-R1: SUBCONJUNTO MOTOR	25
MECÁNICO C3-S4-P2-R1: SOPORTE MOTOR	26
MECÁNICO C3-S4-P3-R1: SEPARADOR MOTOR	27
MECÁNICO C3-S4-P4-R1: MODIFICACIÓN POLEA MOTRIZ	28
MECÁNICO C3-S5-P1-R1: SUBCONJUNTO GUÍA	29
MECÁNICO C3-S5-P2-R2: GUÍA	30
MECÁNICO C3-S5-P3-R1: SOPORTE GUÍA A PRESIÓN	31
MECÁNICO C3-S5-P4-R1: SOPORTE GUÍA SUELTO	32
MECÁNICO C3-S5-P5-R2: SOPORTE FINAL CARRERA IZQUIERDO	33
MECÁNICO C3-S5-P6-R2: SOPORTE FINAL CARRERA DERECHO	34
MECÁNICO C3-S6-P1-R1: SUBCONJUNTO POLEA CONDUCCIDA	35
MECÁNICO C3-S6-P2-R1: CASQUILLO POLEA CONDUCCIDA	36
MECÁNICO C3-S6-P3-R1: PARED POLEA CONDUCCIDA	37

ELÉCTRICOS:

ELÉCTRICO P1: MOTOR - DIAGRAMA SITUACIÓN	38
ELÉCTRICO P2: MOTOR - DIAGRAMA CONTROL	39
ELÉCTRICO P3: MOTOR - CONEXIONES	40
ELÉCTRICO P4: MOTOR - LISTADO COMPONENTES	41

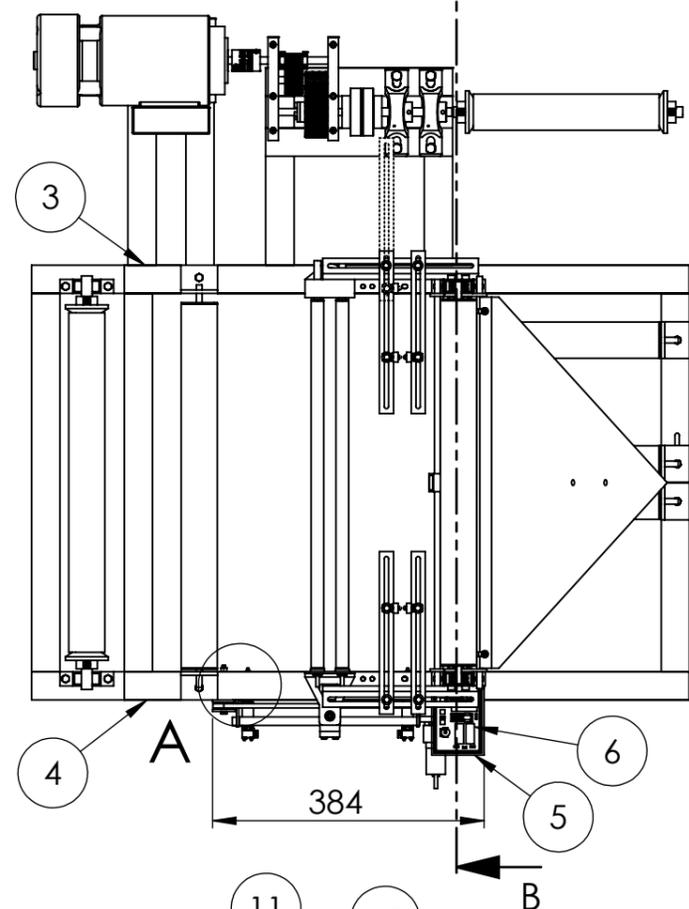
ELECTRÓNICOS:

ELECTRÓNICO P1: GUIADO DE BANDA - ESQUEMÁTICO	42
ELECTRÓNICO P2: GUIADO DE BANDA - COMPONENTES	43
ELECTRÓNICO P3: GUIADO DE BANDA - CARA TOP	44
ELECTRÓNICO P4: GUIADO DE BANDA - CARA BOTTOM	45

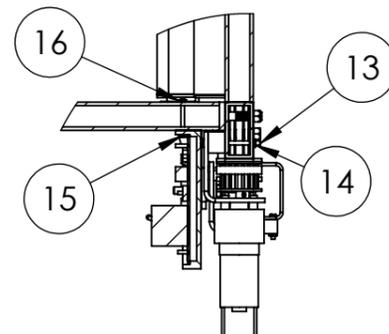
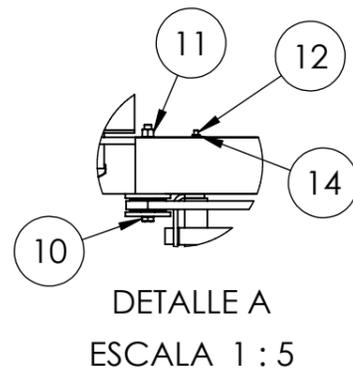


Peso total de la máquina: 76.5 kg

Anchura de tela:	450 mm
Accionamiento:	Lafert MF 63 C4
Potencia de accionamiento:	0.13 kW
Sistema de guiado de banda:	Correa



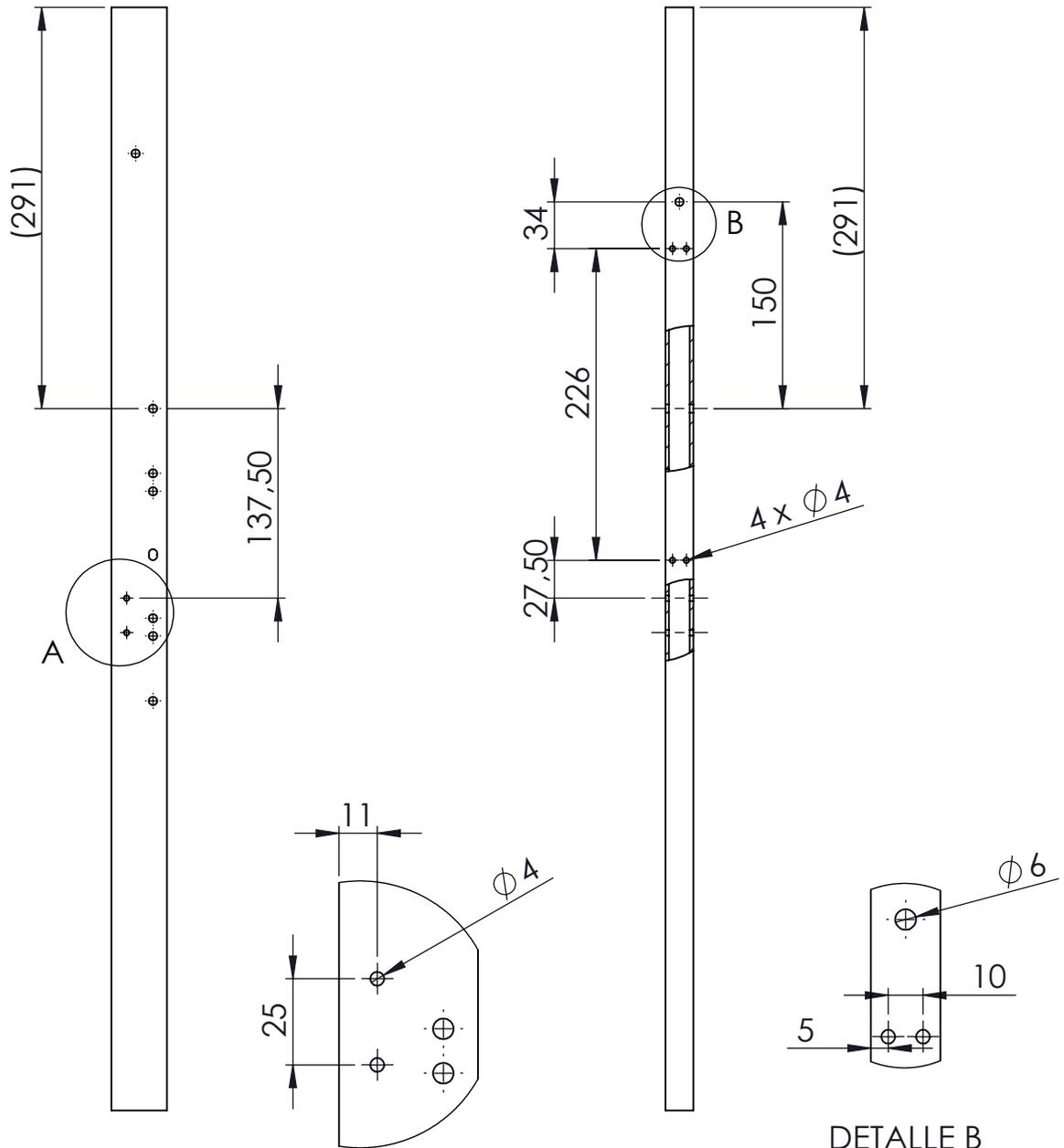
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 5



Marca	Nº piezas	Denominación	Descripción	Peso [g]	Plano
	2	Conjunto sensores		426	5
	1	Conjunto guiado de banda		1124	10
	1	Perfil derecho	Acero AISI 304	1717	2
	1	Perfil izquierdo	Acero AISI 304	1717	3
	1	Carcasa placa		30	4
	1	Placa		68	
	4	Bridas 250 x 3.6	Sensores - Máquina		
	1	Arandela ISO 10669 - 5.4	Guiado banda - Máquina		
	1	Tornillo hexagonal ISO 4014 - M5 x 45			
	1	Tornillo hexagonal ISO 4014 - M5 x 65			
	3	Tuerca ISO 4034 - M5			
	4	Tornillo hexagonal ISO 4014 - M3 x 50			
	2	Tornillo hexagonal ISO 4014 - M3 x 40			
	6	Tuerca ISO 4035 - M3	Carcasa placa - Máquina		
	2	Tornillo estrella ISO 7045 - M2.5 x 25			
	2	Tuerca ISO 4035 - M2.5			
	2	Tuerca ISO 4035 - M2.5			

MASTER EN INGENIERIA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

Proyectado	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C1-P1-R3		PLANO Nº	1 de 45
1:10	1	CONJUNTO PLEGADORA		Sustituye a	
				Sustituido por	A3



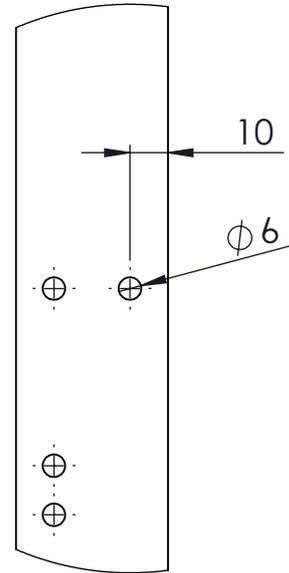
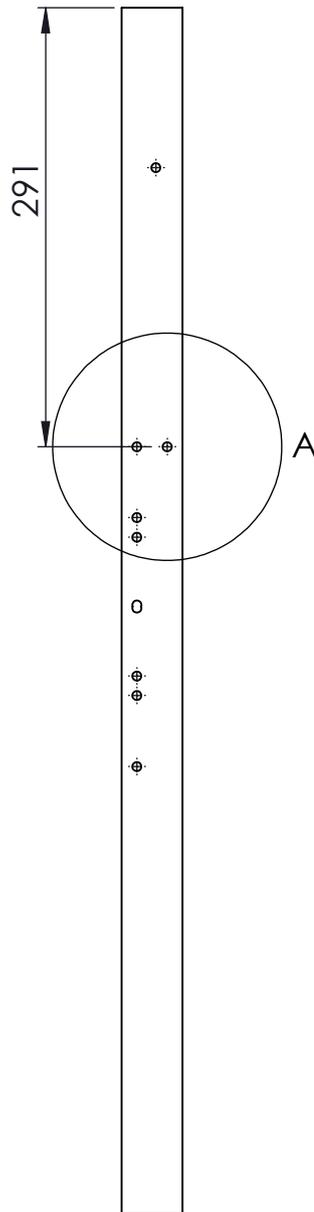
DETALLE A
ESCALA 1 : 2

DETALLE B
ESCALA 1 : 2

Todos los taladros son pasantes

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C1-P2-R2		PLANO Nº	2 de 45
1:5	MODIFICACIÓN PERFIL IZQUIERDO			Sustituye a	A4
				Sustituido por	

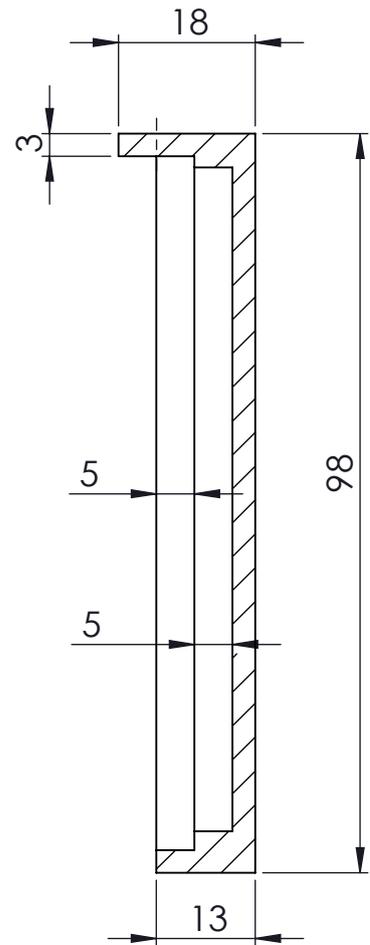
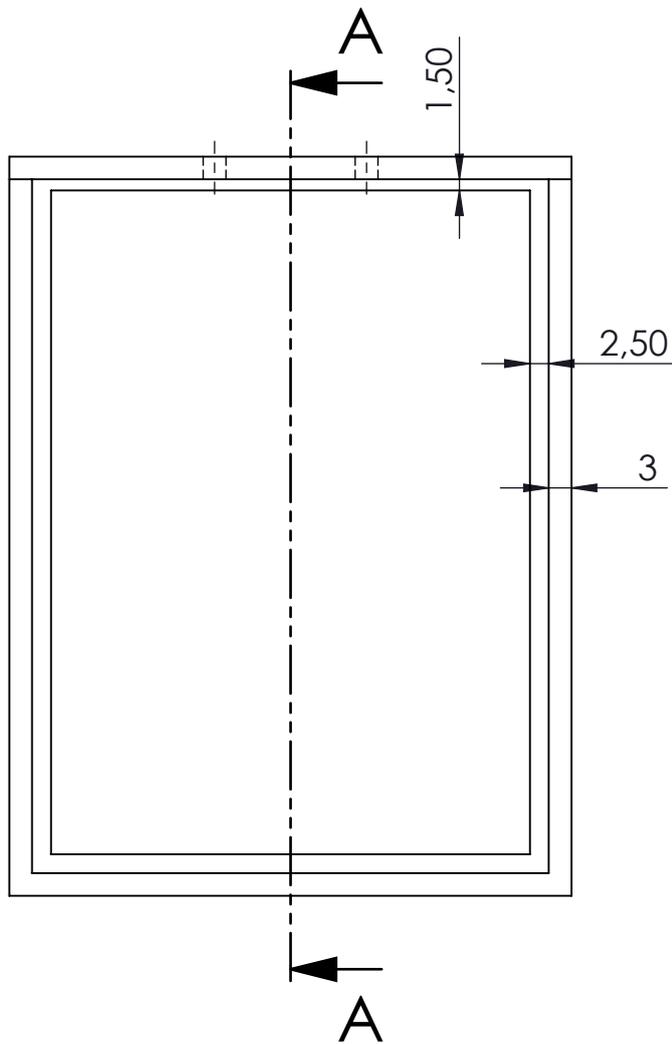


DETALLE A
ESCALA 1 : 2

Todos los taladros son pasantes

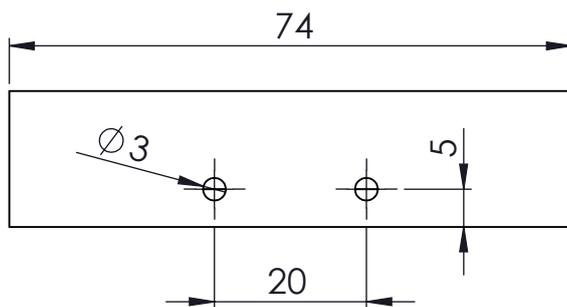
MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C1-P3-R2		PLANO Nº	3 de 45
1:5	MODIFICACIÓN PERFIL DERECHO			Sustituye a	A4
				Sustituido por	



SECCIÓN A-A

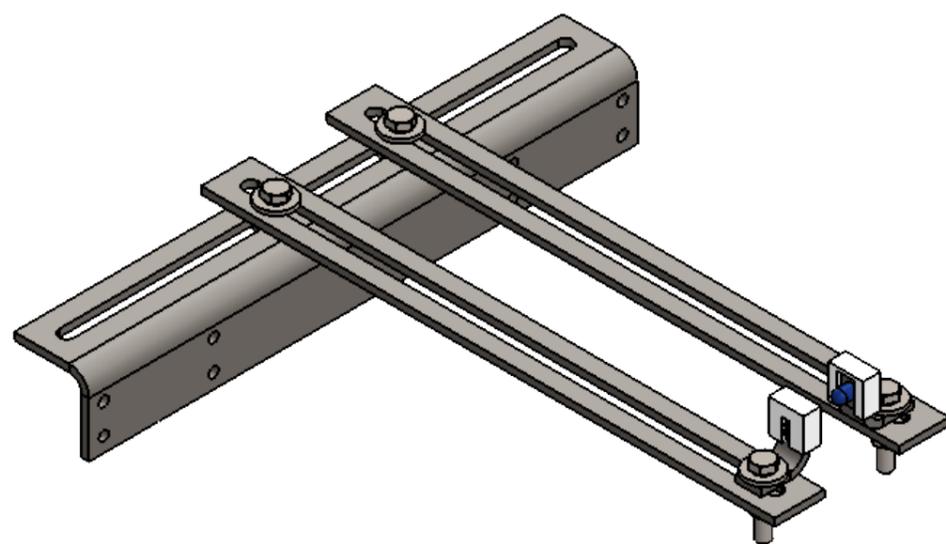
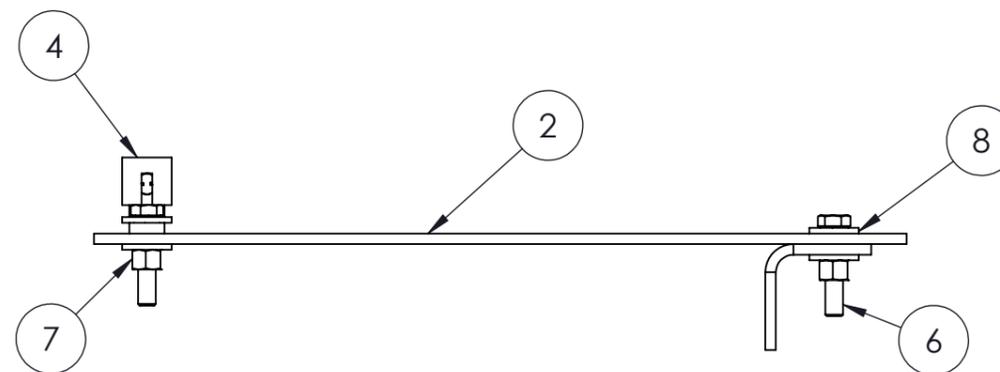
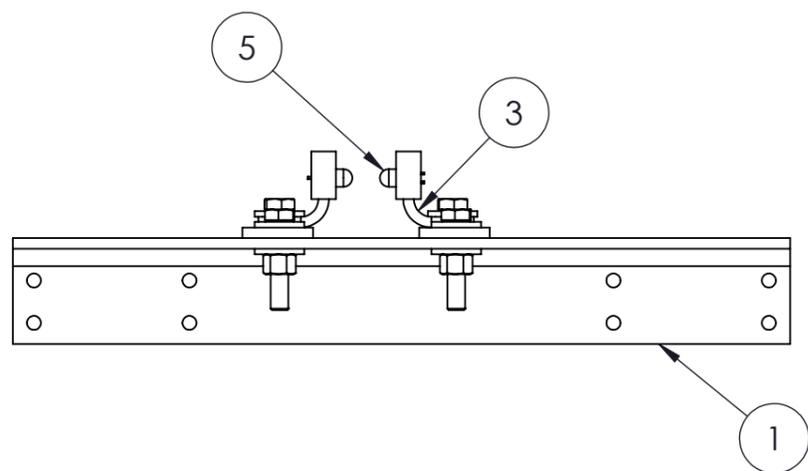
ESCALA 1 : 1



Material: ABS
Peso: 30g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

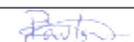
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela				 UNIVERSIDAD DE OVIEDO	
FECHA	NOMBRE	FIRMA			
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C1-P4-R1		PLANO Nº	
1:1	1	CARCASA PLACA		4 de 45	
				Sustituye a	
				Sustituido por	
				A4	

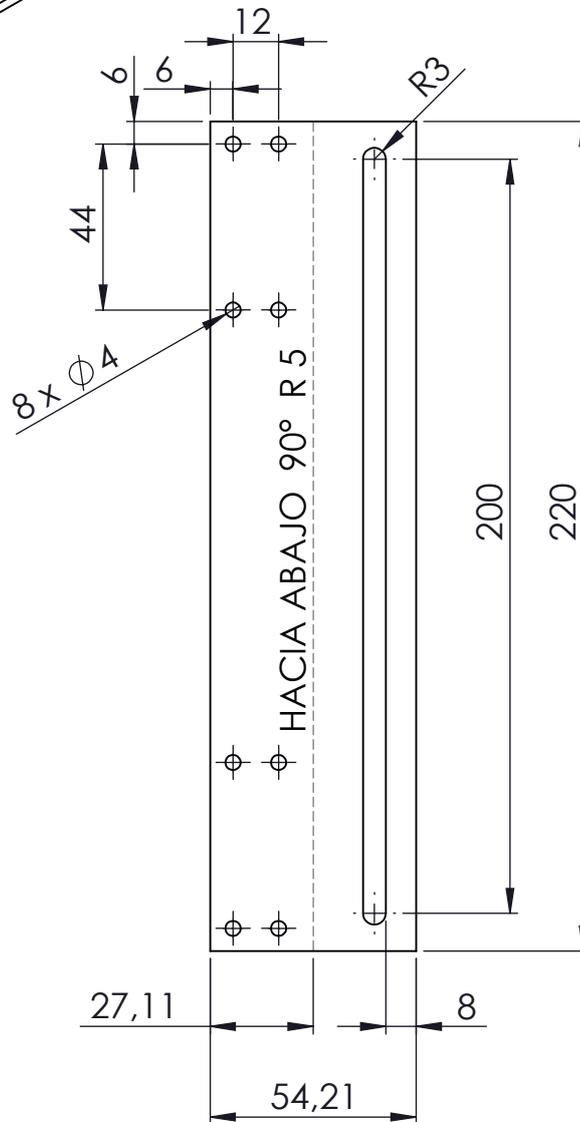
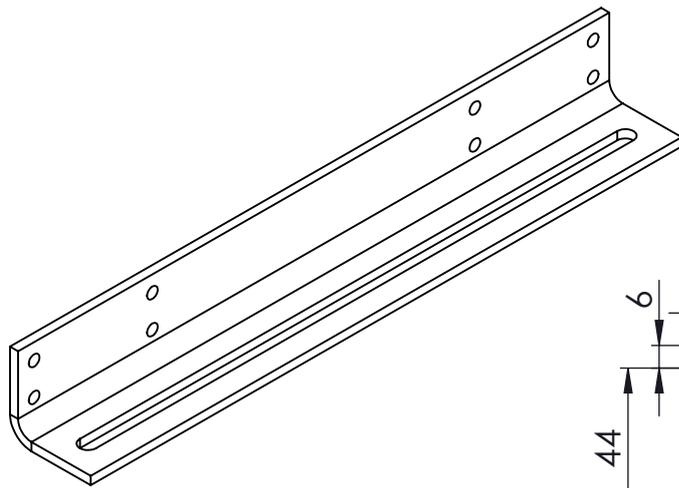


Peso total: 426 g

Marca	Nº piezas	Denominación	Descripción	Peso [g]	Plano
	1	Guía vertical	Acero AISI 304	250	6
	2	Guía horizontal	Acero AISI 304	78	7
	2	Soporte sensor	Acero AISI 304	7	8
	2	Capuchón sensor	ABS	0.6	9
	2	Sensor	Emisor y receptor		
	8	Arandela ISO 10669 - 5.4			
	4	Tornillo hexagonal ISO 4014 - M5 x 25			
	4	Tuerca ISO 4034 - M5			

MASTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

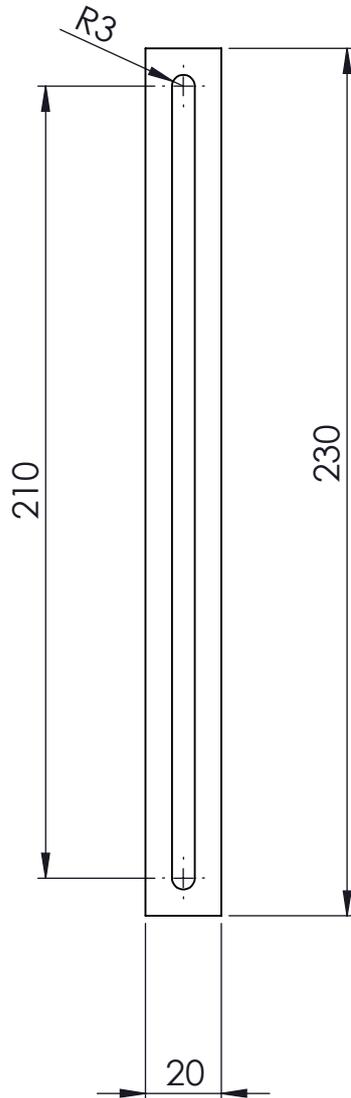
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P			
Dibujado	01/05/16	Paula R P			
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C2-P1-R3		PLANO Nº	5 de 45
1:2	2	CONJUNTO SENSORES		Sustituye a	
				Sustituido por	A3



Espesor: 3mm
Material: Acero AISI 304
Peso: 250g

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

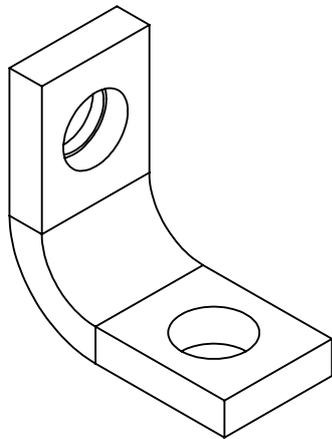
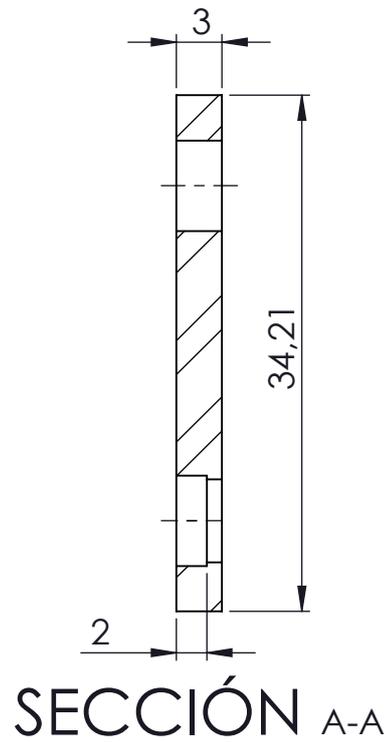
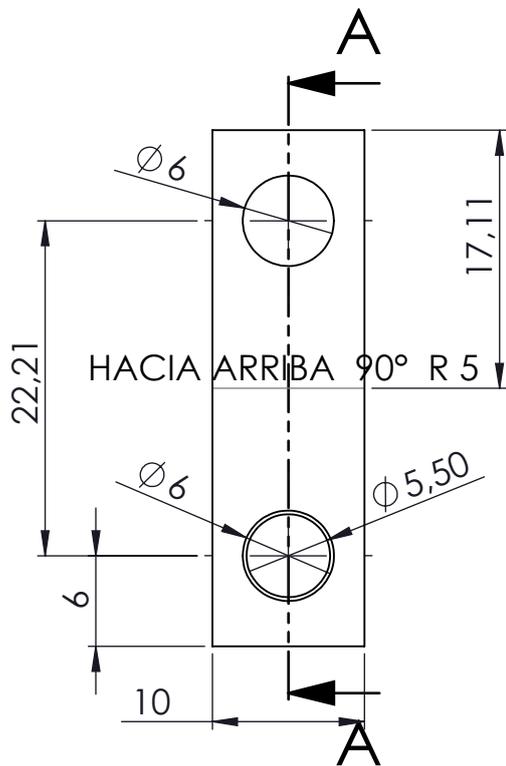
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 2	MECÁNICO-C2-P2-R1		PLANO Nº	6 de 45
1:2	GUÍA VERTICAL SENSORES			Sustituye a	
				Sustituido por	A4



Espesor: 3mm
Material: Acero AISI 304
Peso: 78g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

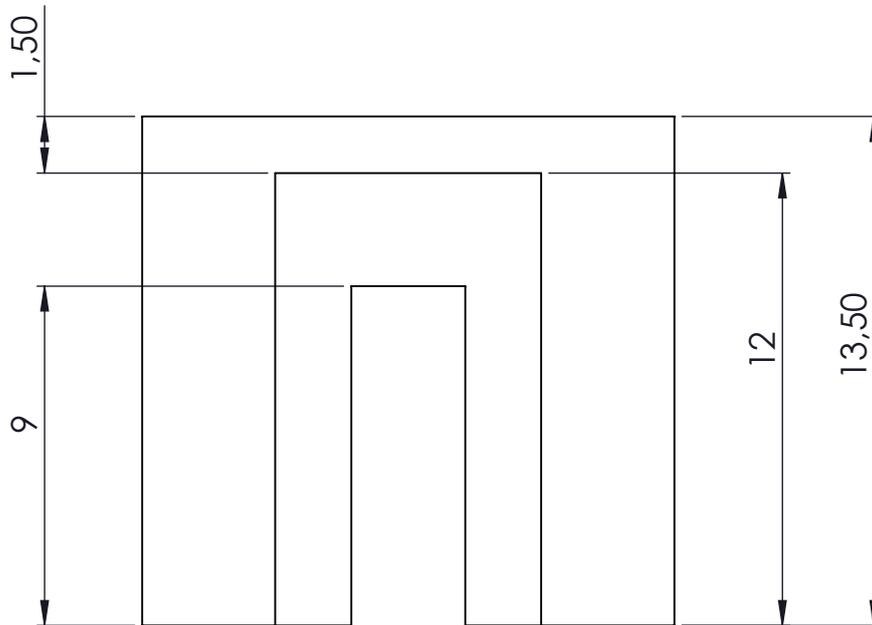
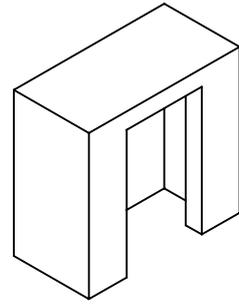
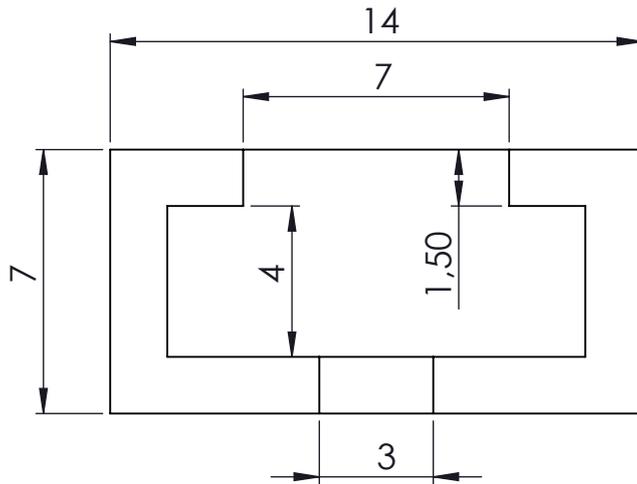
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 4	MECÁNICO-C2-P3-R1		PLANO Nº	7 de 45
1:2	GUÍA HORIZONTAL SENSORES			Sustituye a	A4
				Sustituido por	



Material: Acero AISI 304
Peso: 7g

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

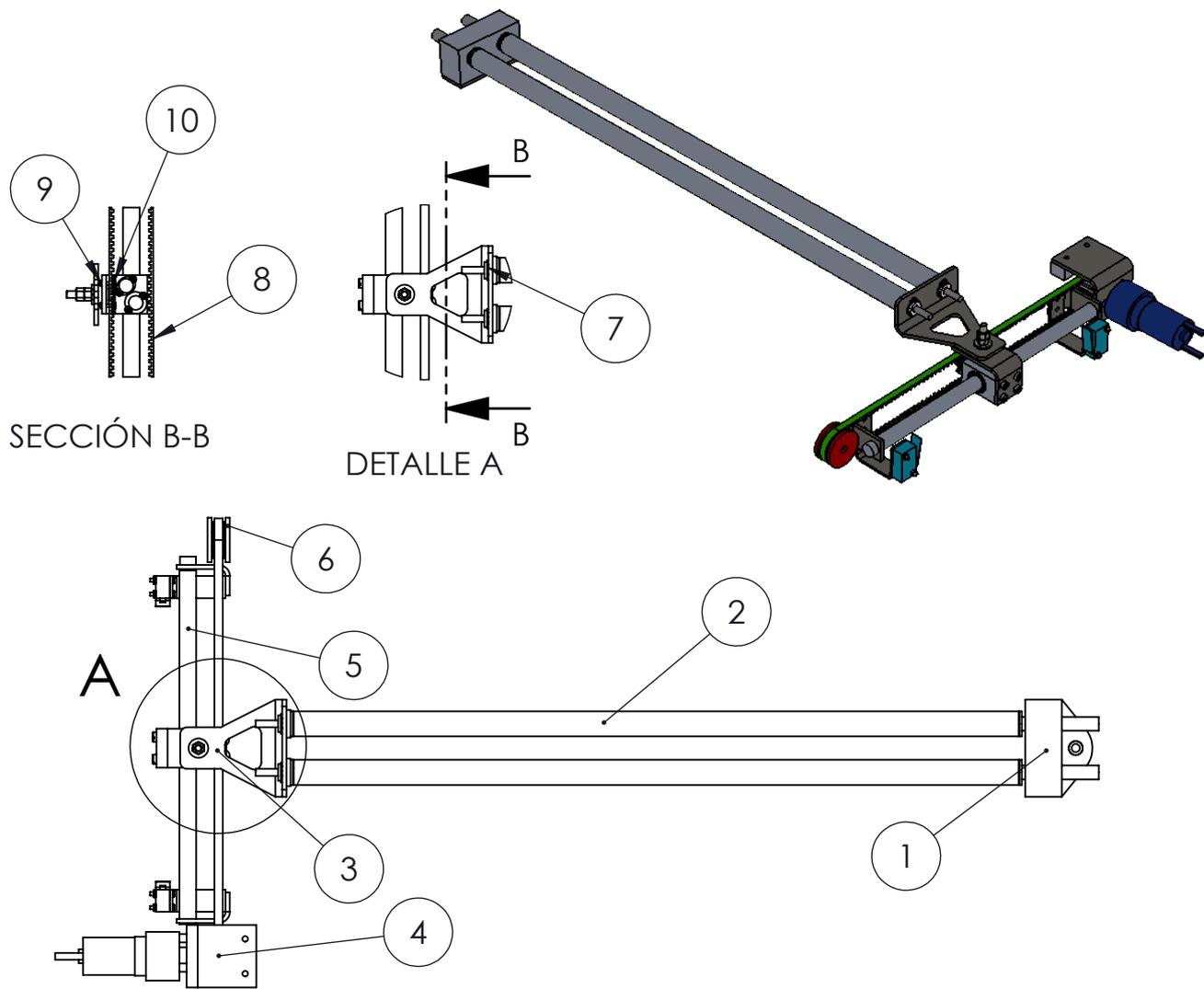
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 4	MECÁNICO-C2-P4-R1		PLANO Nº	8 de 45
2:1		SOPORTE SENSORES		Sustituye a	
				Sustituido por	A4



Material: ABS
Peso: 0.6g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 4	MECÁNICO-C2-P5-R2		PLANO Nº	9 de 45
5:1		CAPUCHÓN SENSORES		Sustituye a	
				Sustituido por	A4

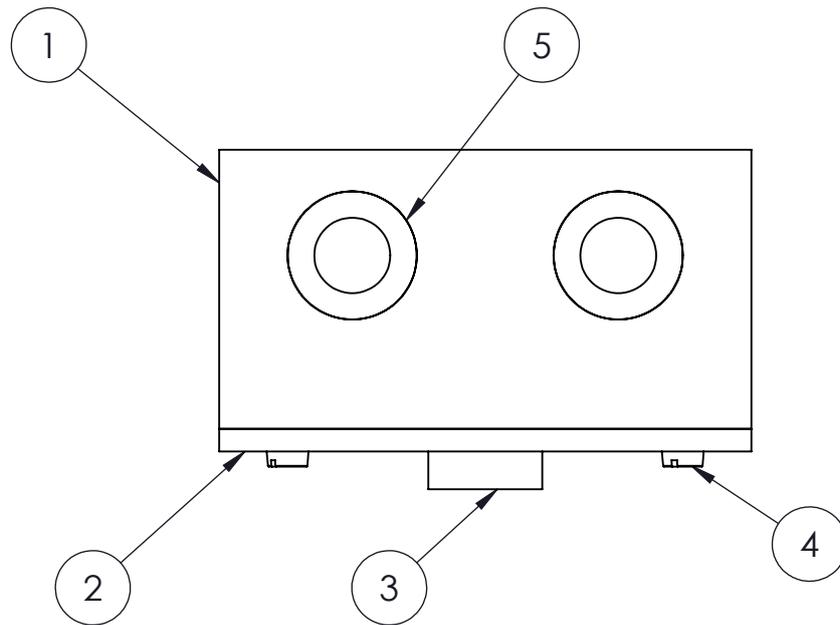
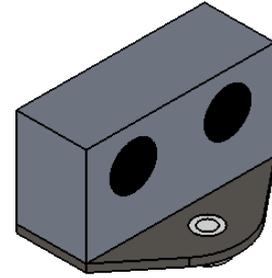


Peso total: 1124 g

Marca	Nº piezas	Denominación	Descripción	Peso [g]	Plano
1	1	Subconjunto pivotante		214	11
2	2	Subconjunto rodillo		167	15
3	1	Subconjunto carro		198	20
4	1	Subconjunto motor		342	25
5	1	Subconjunto guía		186	29
6	1	Subconjunto polea		8	35
7	2	Circlip DIN 471 - 12 x 1			
8	1	Correa dentada T5 700 6			
9	2	Tornillo estrella ISO 7045 - M2 x 10			
10	2	Tuerca ISO 4035 - M2			

MASTER EN INGENIERIA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C3-P1-R2		PLANO Nº	10 de 45
1:5	1			CONJUNTO GUIADO DE BANDA	
				Sustituido por	A4

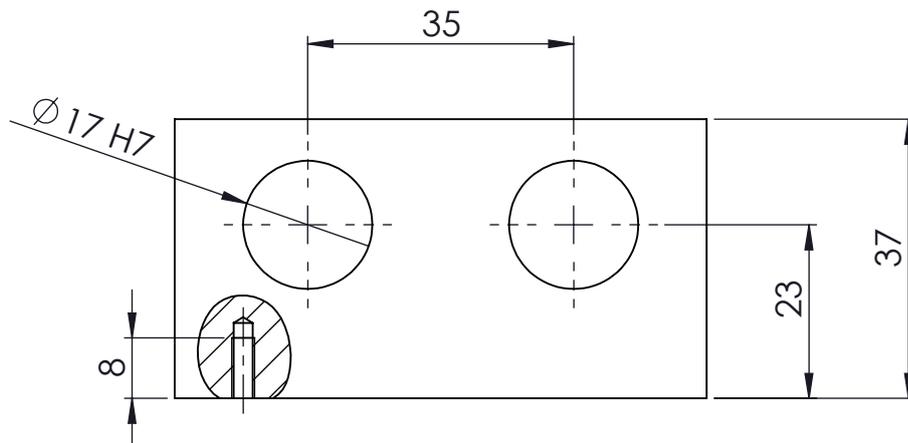
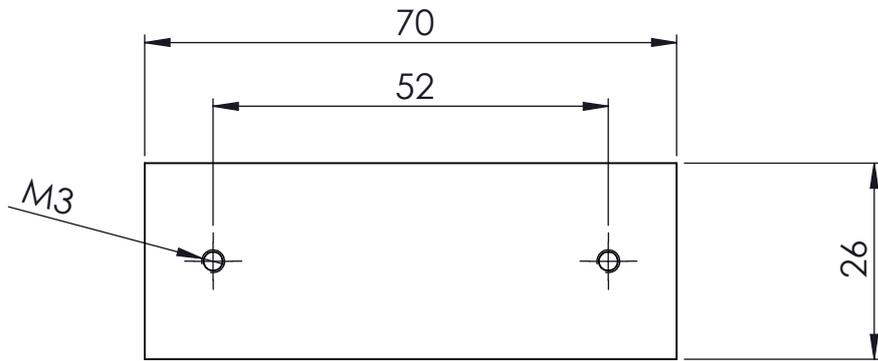


Peso total: 214g

Marca	Nº piezas	Denominación	Descripción	Peso [g]	Plano
1	1	Soporte rodillos pivotante	Aluminio 6082	150	12
2	1	Chapa pivotante	Acero AISI 304	56	13
3	1	Casquillo pivotante	ABS	1	14
4	2	Tornillo ranurado ISO 1207 - M3 x 10			
5	2	Rodamiento lineal bolas KH1026/P/PP			

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

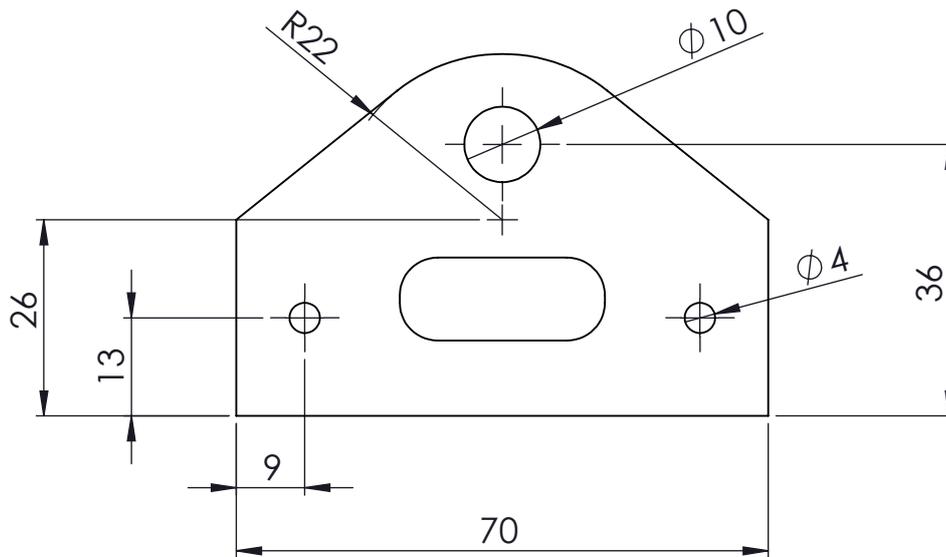
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C3-S1-P1-R1		PLANO Nº	11 de 45
1:1	1	SUBCONJUNTO PIVOTANTE		Sustituye a	
				Sustituido por	A4



Material: Aluminio 6082
Peso: 150g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

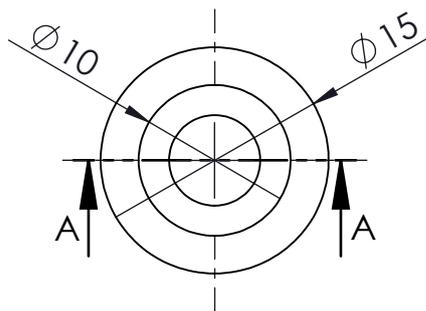
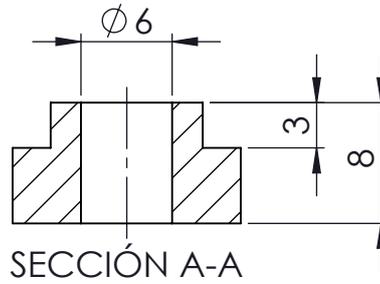
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S1-P2-R1		PLANO Nº	12 de 45
1:1	SOPORTE RODILLOS PIVOTANTE			Sustituye a	A4
				Sustituido por	



Espesor: 3mm
Material: Acero AISI 304
Peso: 56g
 Todos los taladros son pasantes

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

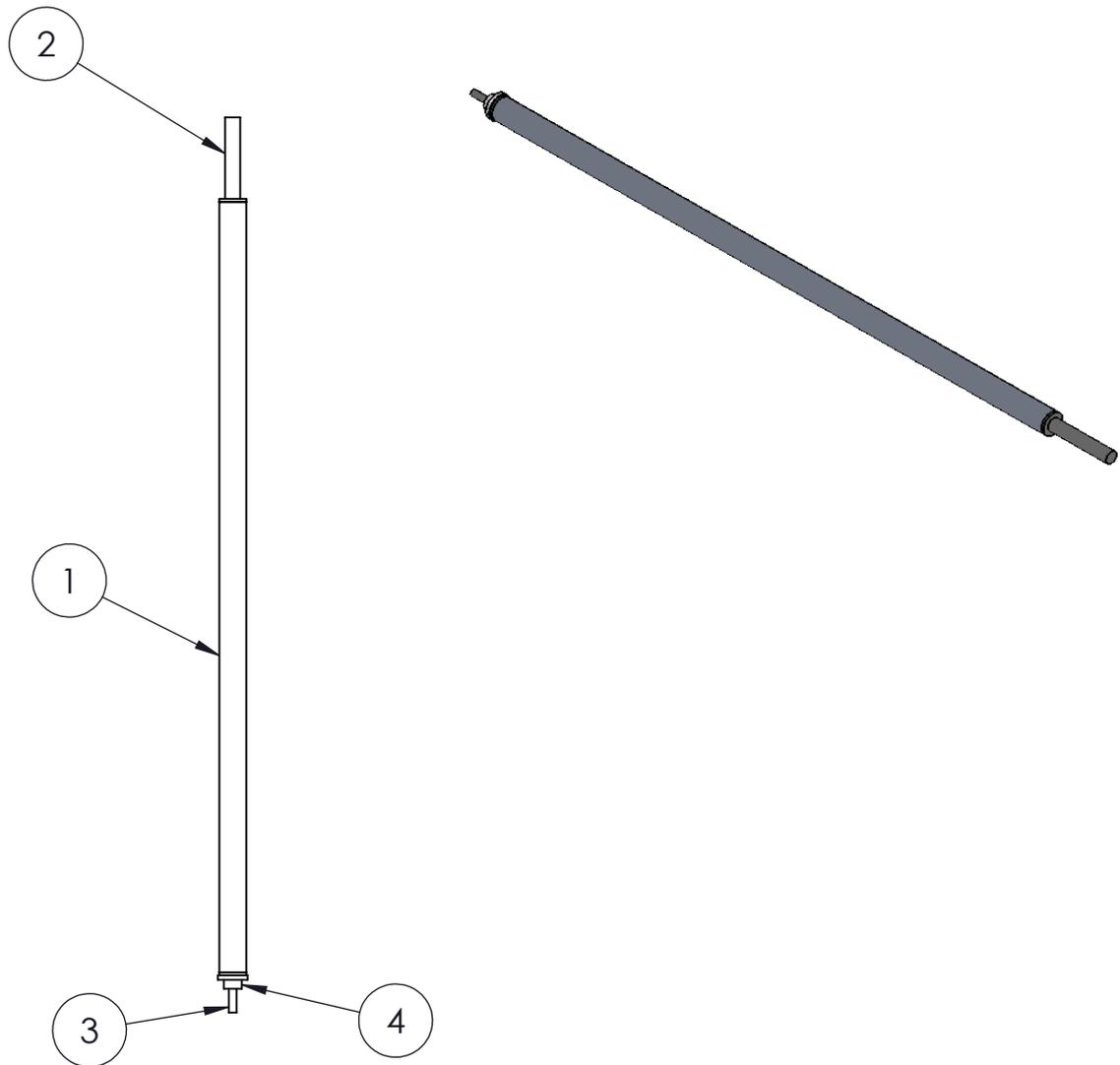
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C3-S1-P3-R2		PLANO Nº	13 de 45
1:1	1	CHAPA PIVOTANTE		Sustituye a	
				Sustituido por	A4



Material: ABS
Peso: 0.91g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S1-P4-R1		PLANO Nº	14 de 45
2:1		CASQUILLO PIVOTANTE		Sustituye a	
				Sustituido por	A4

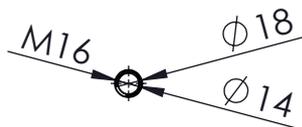
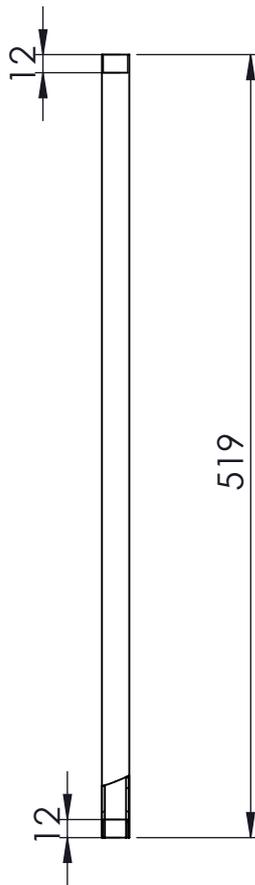


Peso total: 167g

Marca	Nº piezas	Denominación	Descripción	Peso [g]	Plano
1	1	Tubo	Aluminio 6082	141	16
2	1	Tope largo	Aluminio 6082	17	17
3	1	Tope corto	Aluminio 6082	7	18
4	1	Casquillo rodillo	ABS	1.5	19

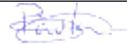
MASTER EN INGENIERIA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

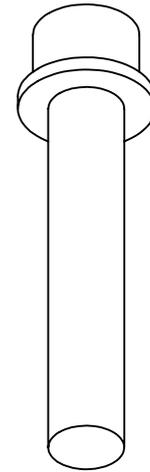
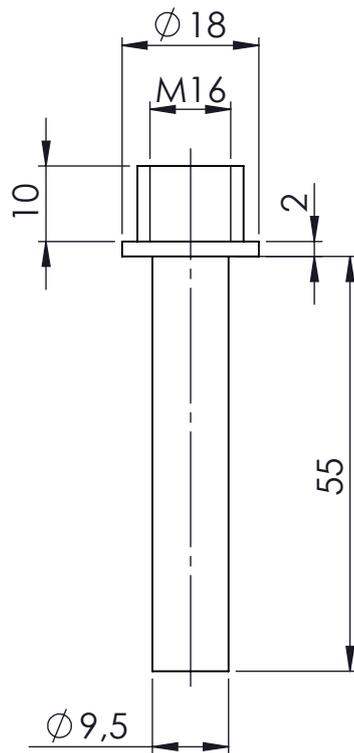
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C3-S2-P1-R1		PLANO Nº	15 de 45
1:5	2			SUBCONJUNTO RODILLO	
				Sustituido por	A4



Material: Aluminio 6082
Peso: 141g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

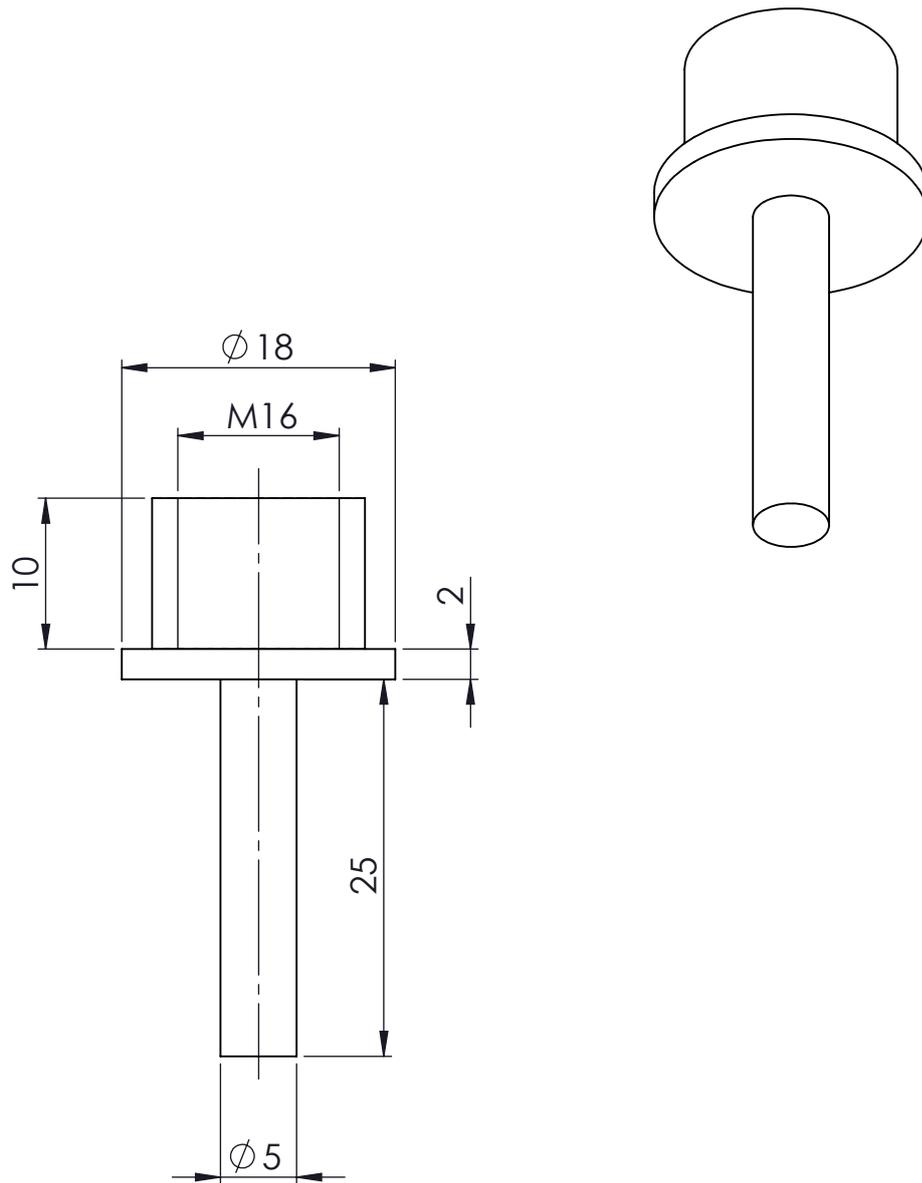
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela				 UNIVERSIDAD DE OVIEDO
FECHA	NOMBRE	FIRMA		
Proyectado	01/05/16	Paula R P		
Dibujado	01/05/16	Paula R P		
Comprobado				
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C3-S2-P2-R4		PLANO Nº
1:5	2	TUBO		16 de 45
				Sustituye a
				Sustituido por
				A4



Material: Aluminio 6082
Peso: 17g

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

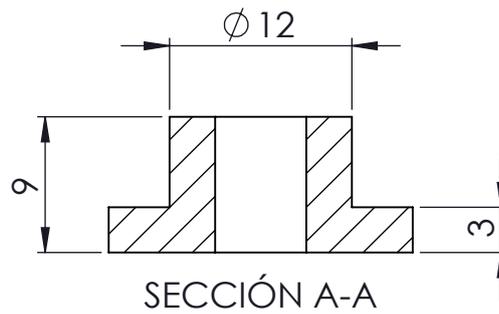
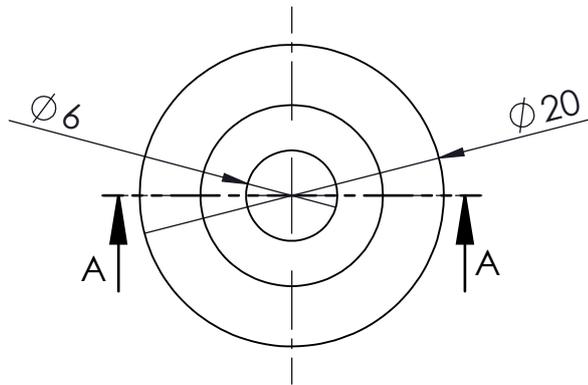
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 2	MECÁNICO-C3-S2-P3-R4		PLANO Nº	17 de 45
1:1		TOPE LARGO		Sustituye a	
				Sustituido por	A4



Material: Aluminio 6082
Peso: 7g

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

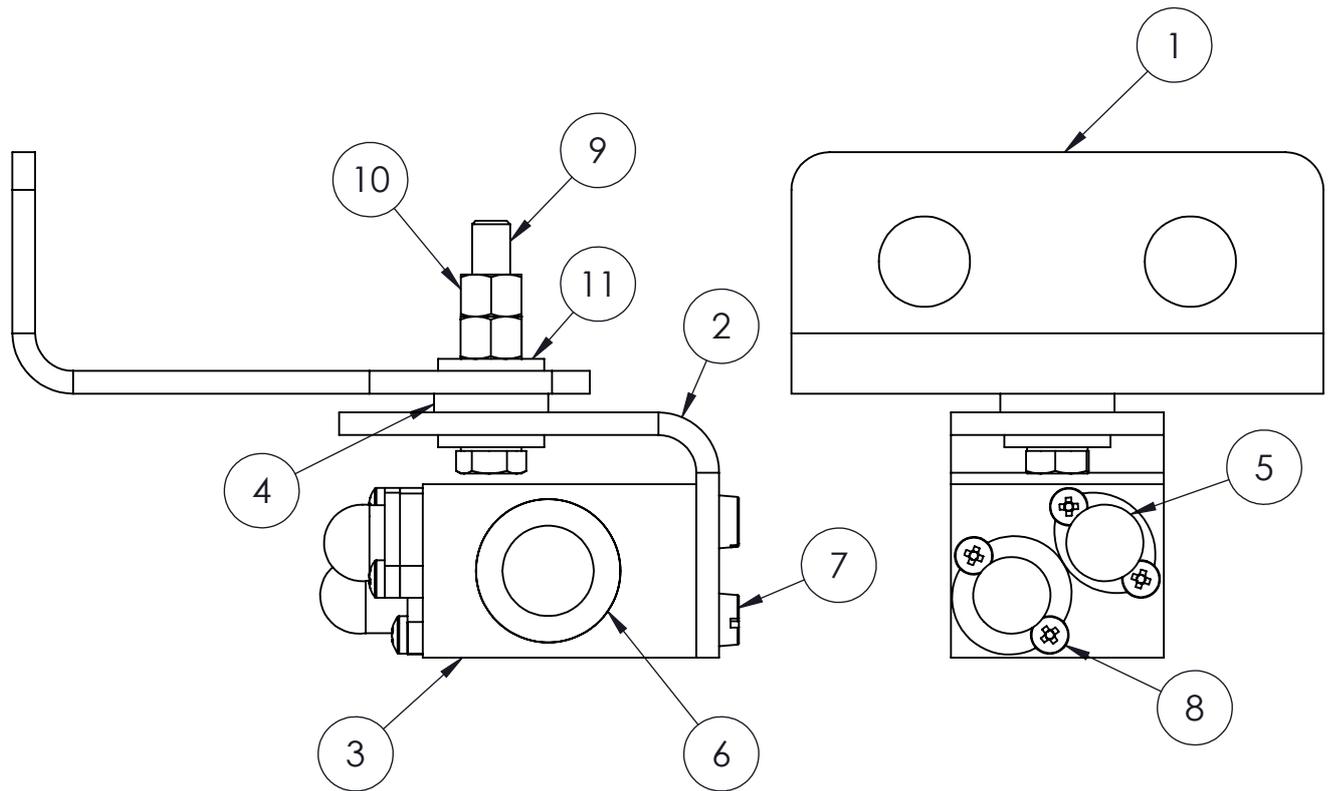
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 2	MECÁNICO-C3-S2-P4-R4		PLANO Nº	18 de 45
2:1		TOPE CORTO		Sustituye a	
				Sustituido por	A4



Material: ABS
Peso: 1.5g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 2	MECÁNICO-C3-S2-P5-R1		PLANO Nº	19 de 45
2:1		CASQUILLO RODILLO		Sustituye a	
				Sustituido por	A4

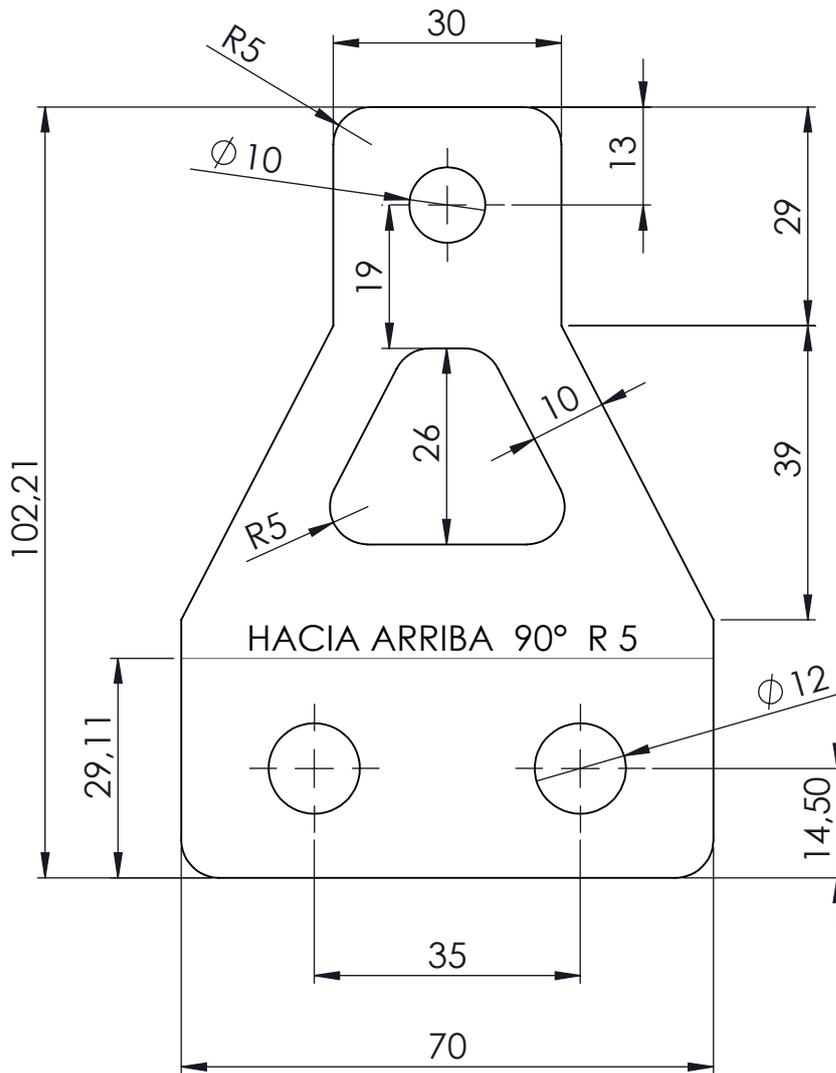
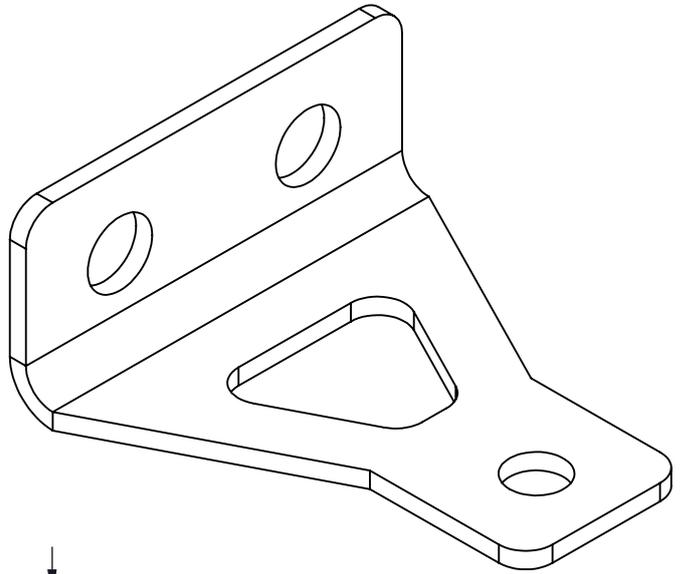


Peso total: 198.4g

Marca	Nº piezas	Denominación	Descripción	Peso [g]	Plano
1	1	Soporte rodillos móvil	Acero AISI 304	101	21
2	1	Soporte carro	Acero AISI 304	46.7	22
3	1	Carro	Aluminio 6082	40	23
4	1	Casquillo carro	ABS	0.64	24
5	2	Rueda pololu 3/8			
6	1	Rodamiento lineal bolas KH1228/P/PP			
7	4	Tornillo ranurado ISO 1207 - M4 x 12			
8	4	Tornillo estrella ISO 7045 - M2,5 x 10			
9	1	Tornillo hexagonal ISO 4014 - M5 x 30			
10	2	Tuerca ISO 4034 - M5			
11	2	Arandela ISO 10669 - 5.4			

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

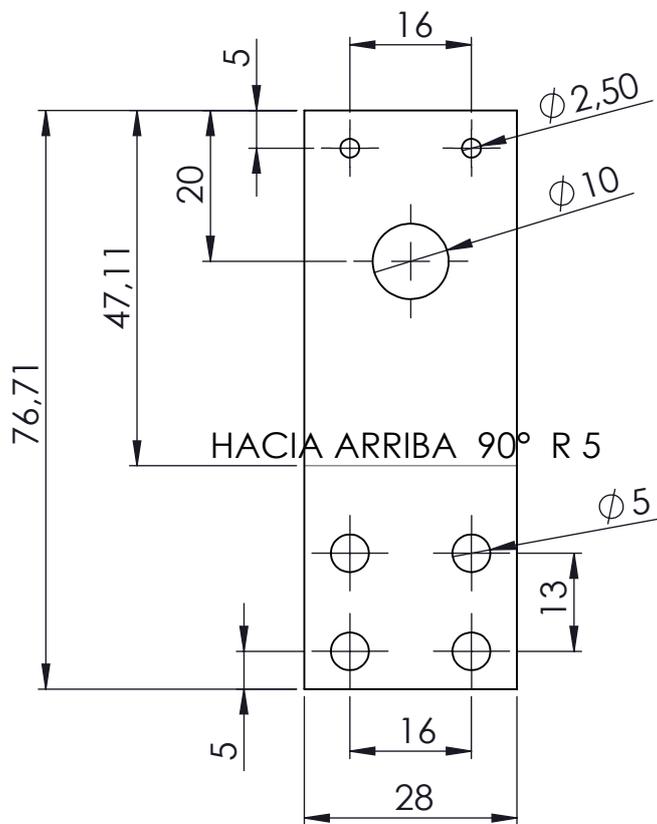
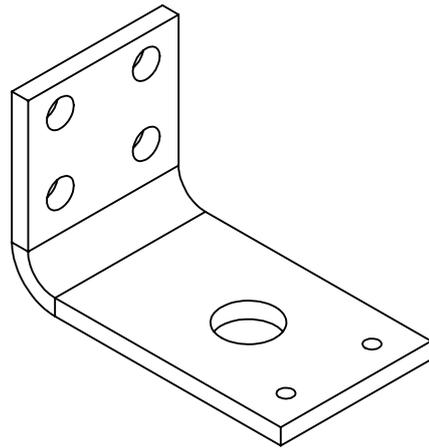
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C3-S3-P1-R1		PLANO Nº	20 de 45
1:1	1			SUBCONJUNTO CARRO	
				Sustituido por	A4



Espesor: 3mm
Material: Acero AISI 304
Peso: 101g

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

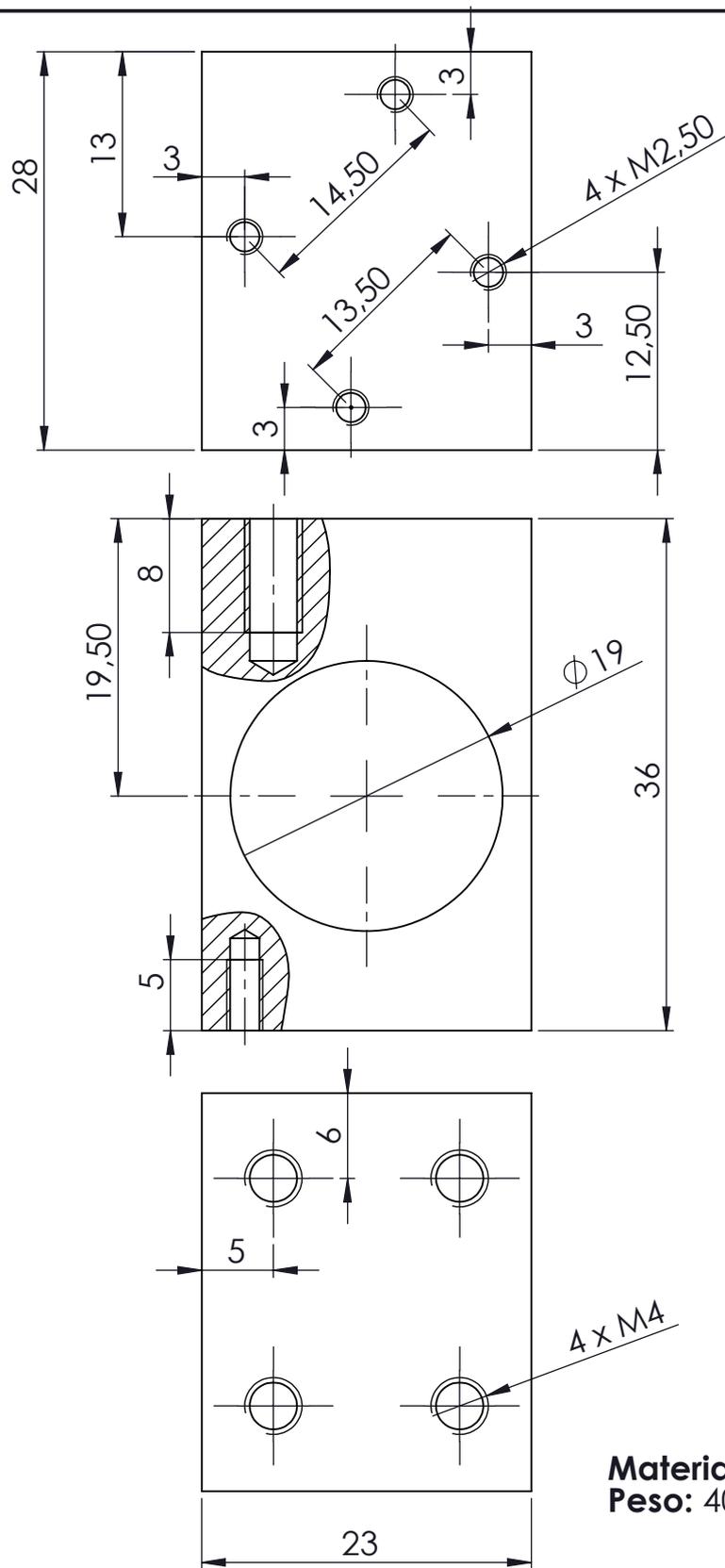
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S3-P2-R2		PLANO Nº	21 de 45
1:1	SOPORTE RODILLOS MÓVIL			Sustituye a	A4
				Sustituido por	



Espeor: 3mm
Material: Acero AISI 304
Peso: 46.7g

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

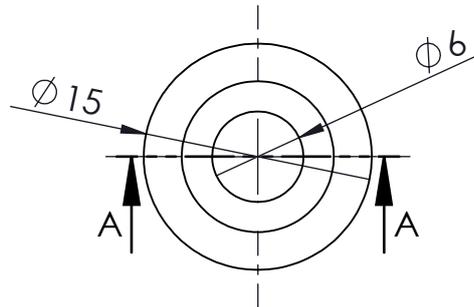
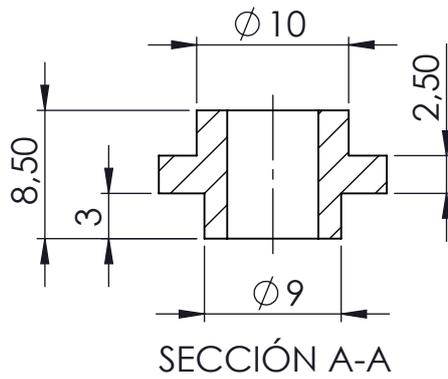
MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela				 UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	FECHA	NOMBRE	FIRMA	
Dibujado	01/05/16	Paula R P		
Comprobado				
ESCALA 1:1	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S3-P3-R2		PLANO Nº 22 de 45
	SOPORTE CARRO			Sustituye a
			Sustituido por	A4



Material: Aluminio 6082
Peso: 40g

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

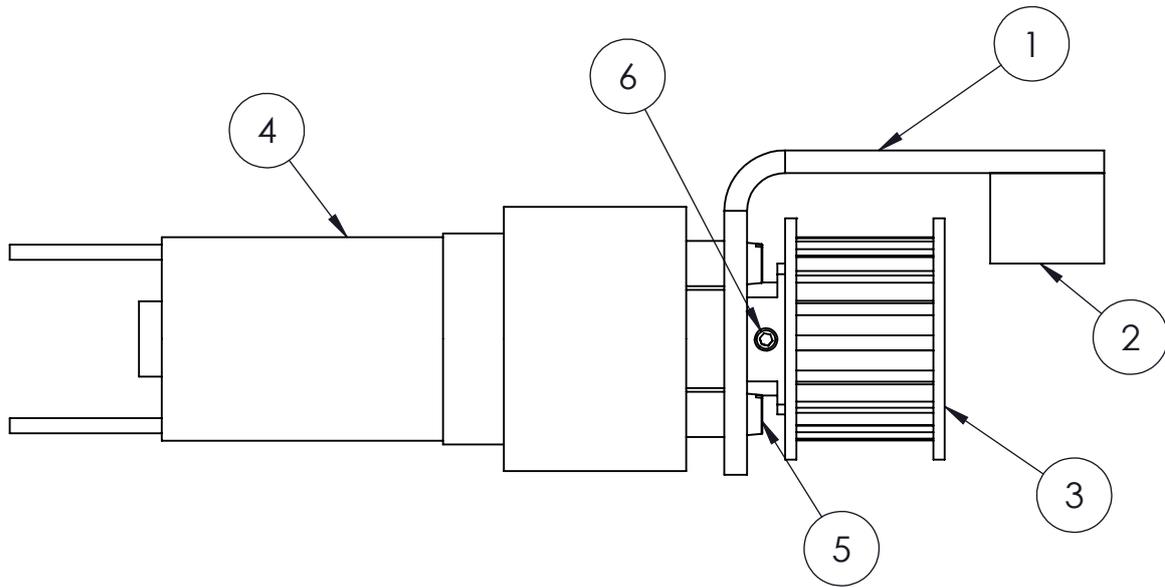
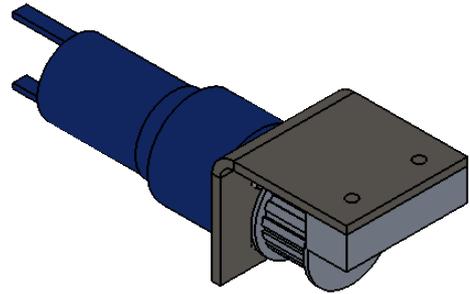
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S3-P4-R1		PLANO Nº	23 de 45
2:1		CARRO		Sustituye a	
				Sustituido por	A4



Material: ABS
Peso: 0.64g

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

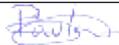
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S3-P5-R1		PLANO Nº	24 de 45
2:1		CASQUILLO CARRO		Sustituye a	
				Sustituido por	A4

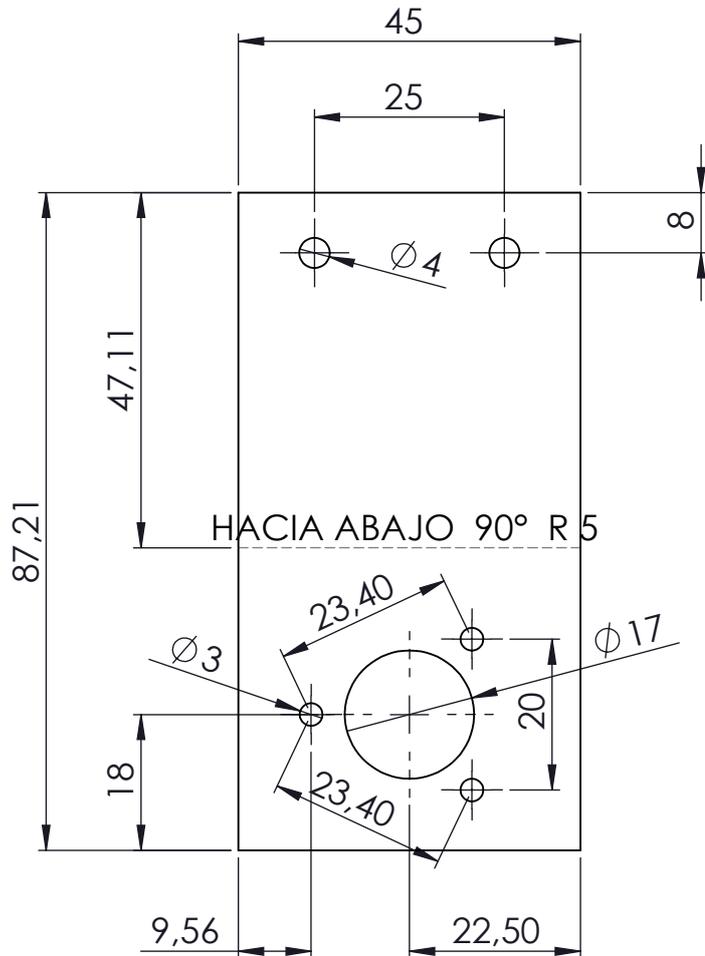
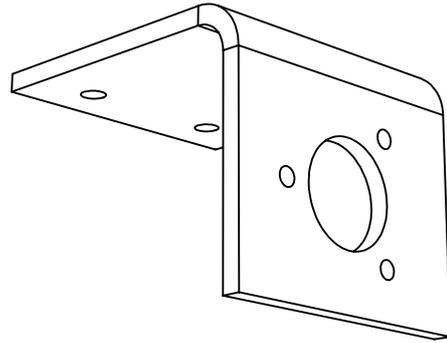


Peso total: 342g

Marca	Nº piezas	Denominación	Descripción	Peso [g]	Plano
1	1	Soporte motor	Acero AISI 304	86	26
2	1	Separador motor	Aluminio 6082	20.6	27
3	1	Polea motriz T5 18dientes		35	28
4	1	Motor CLR 9254		200	
5	3	Tornillo ranurado ISO 1207 - M3 x 8			
6	1	Tornillo Allen ISO 4026 - M3 x 4			

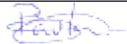
MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

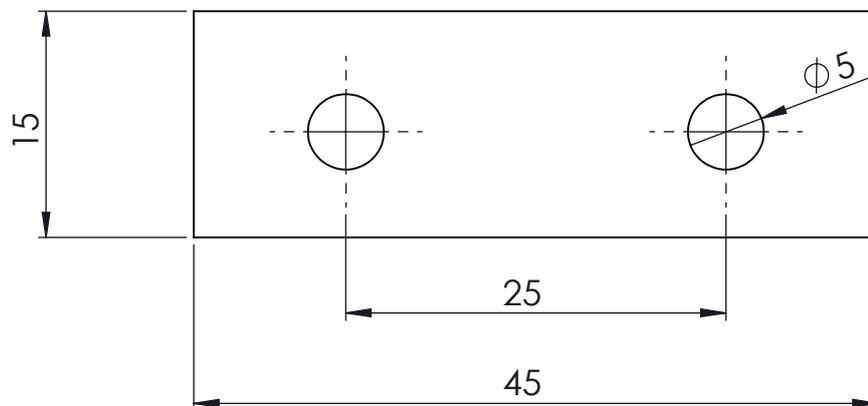
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P			
Dibujado	01/05/16	Paula R P			
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C3-S4-P1-R1		PLANO Nº	25 de 45
1:1	1			SUBCONJUNTO MOTOR	
				Sustituido por	A4



Material: Acero AISI 304
Peso: 86g

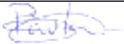
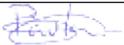
MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

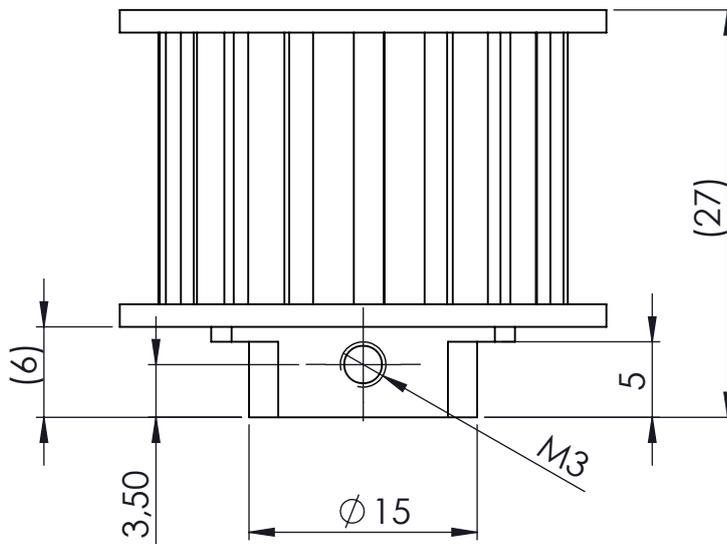
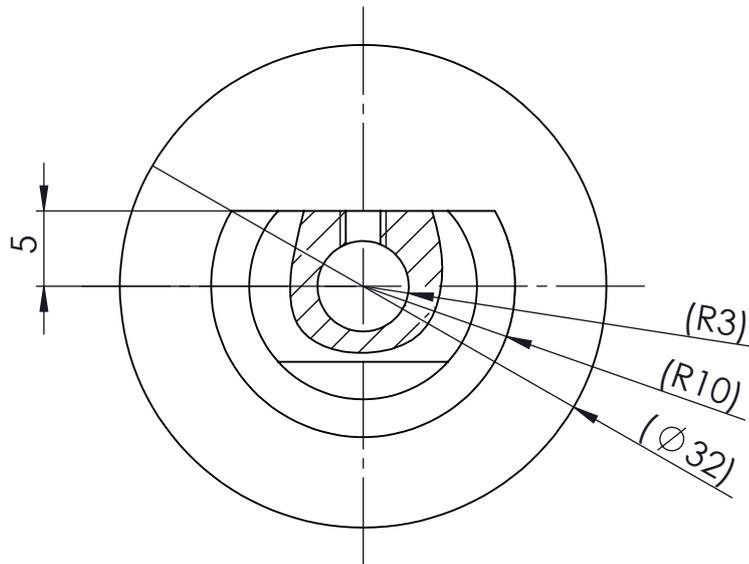
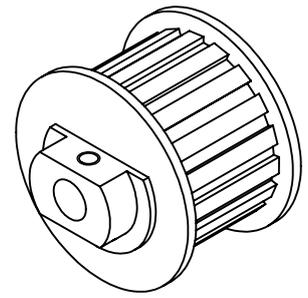
FECHA				NOMBRE				FIRMA					
Proyectado	01/05/16			Paula R P						 UNIVERSIDAD DE OVIEDO			
Dibujado	01/05/16			Paula R P									
Comprobado													
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C3-S4-P2-R1						PLANO Nº		26 de 45			
1:1	1	SOPORTE MOTOR						Sustituye a					
								Sustituido por		A4			



Longitud: 12mm
Material: Aluminio 6082
Peso: 20.6g
 Todos los taladros son pasantes

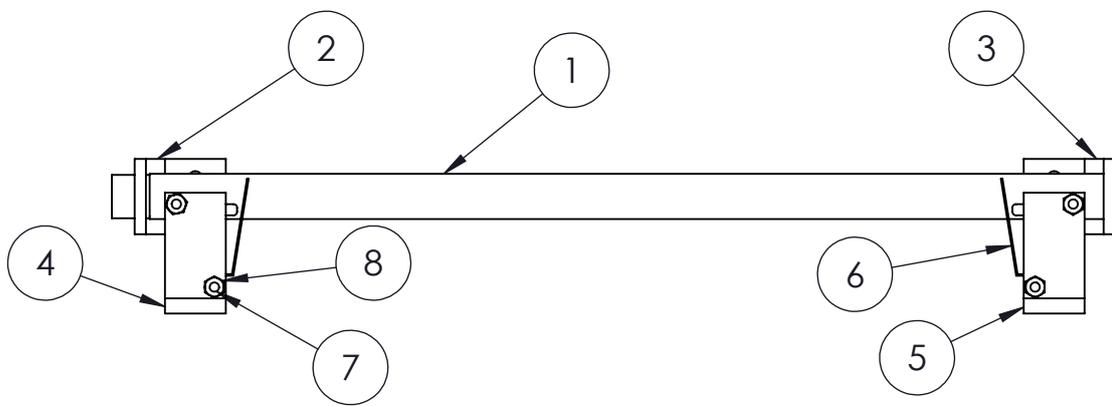
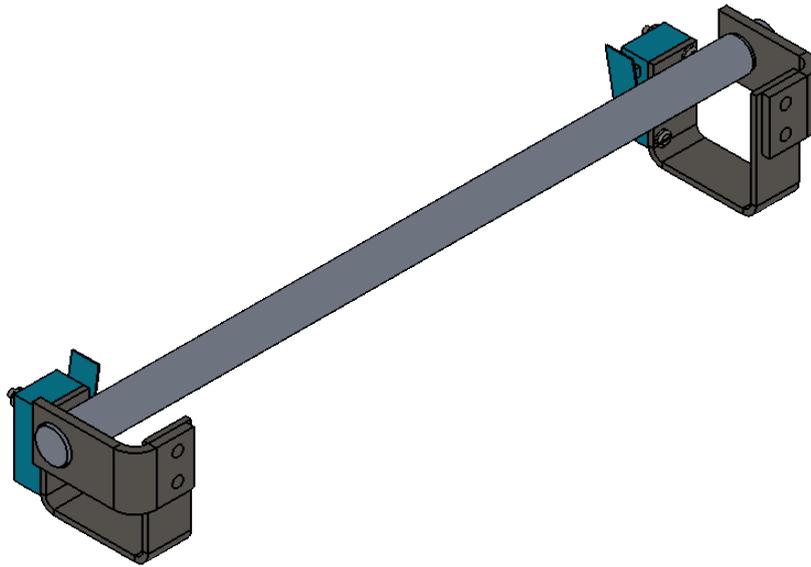
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P			
Dibujado	01/05/16	Paula R P			
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S4-P3-R1		PLANO Nº	27 de 45
2:1	SEPARADOR MOTOR			Sustituye a	A4
				Sustituido por	



MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S4-P4-R1		PLANO Nº	28 de 45
2:1	MODIFICACIÓN POLEA MOTRIZ			Sustituye a	
				Sustituido por	

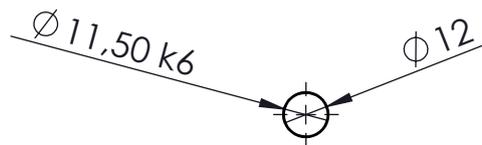
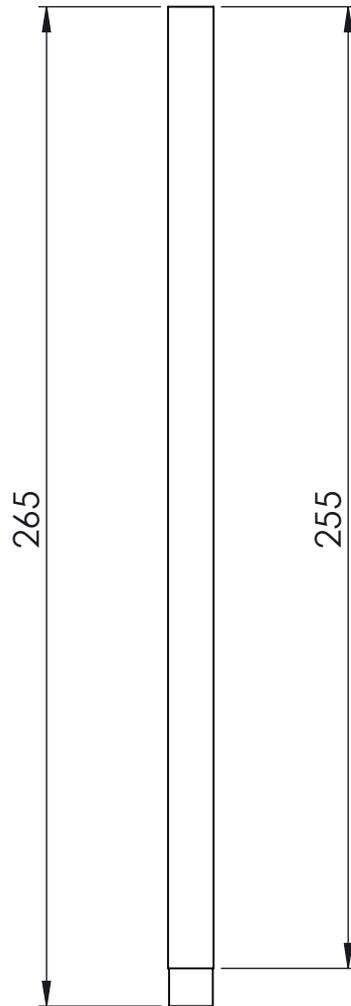


Peso total: 186.5g

Marca	Nº piezas	Denominación	Descripción	Peso [g]	Plano
1	1	Guía	Aluminio 6082	81	30
2	1	Soporte guía a presión	Acero 304	22	31
3	1	Soporte guía suelto	Acero 304	22	32
4	1	Soporte final carrera izquierdo	Acero 304	26	33
5	2	Soporte final carrera derecho	Acero 304	26	34
6	1	Final de carrera			
7	4	Tornillo ranurado ISO 1580 - M2.5 x 16			
8	4	Tuerca ISO 4035 - M2.5			

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

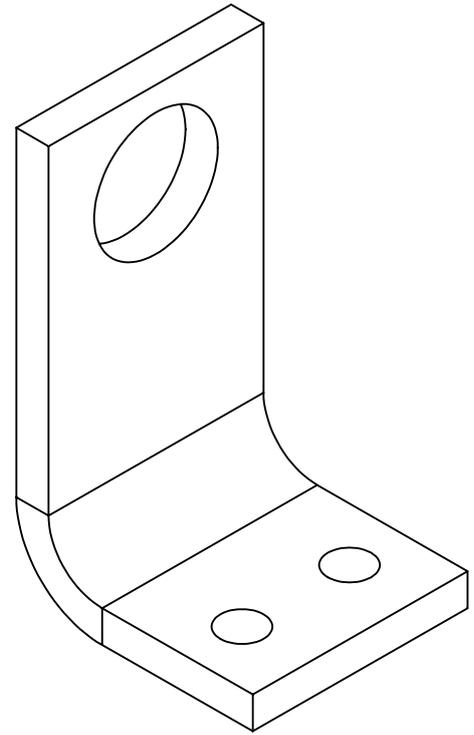
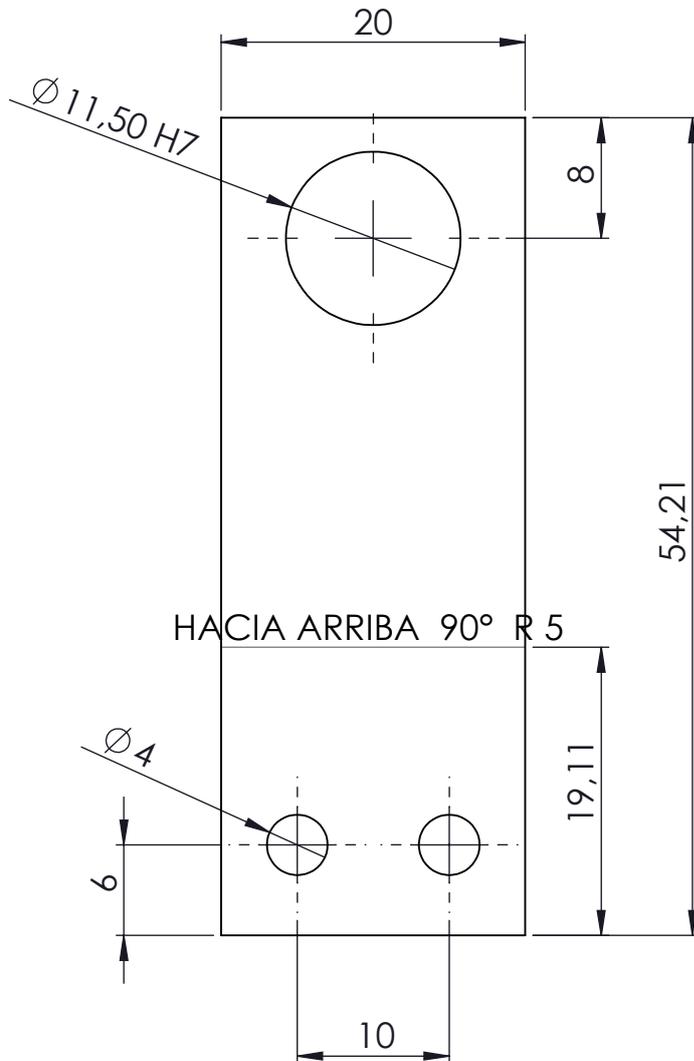
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P			
Dibujado	01/05/16	Paula R P			
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C3-S5-P1-R1		PLANO Nº	29 de 45
1:2	1			Sustituye a	
		SUBCONJUNTO GUÍA		Sustituido por	



Material: Aluminio 6082
Peso: 81g

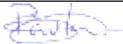
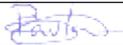
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

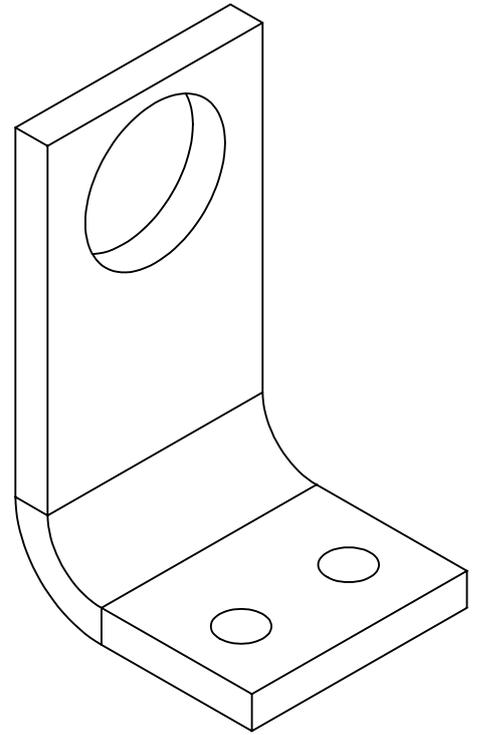
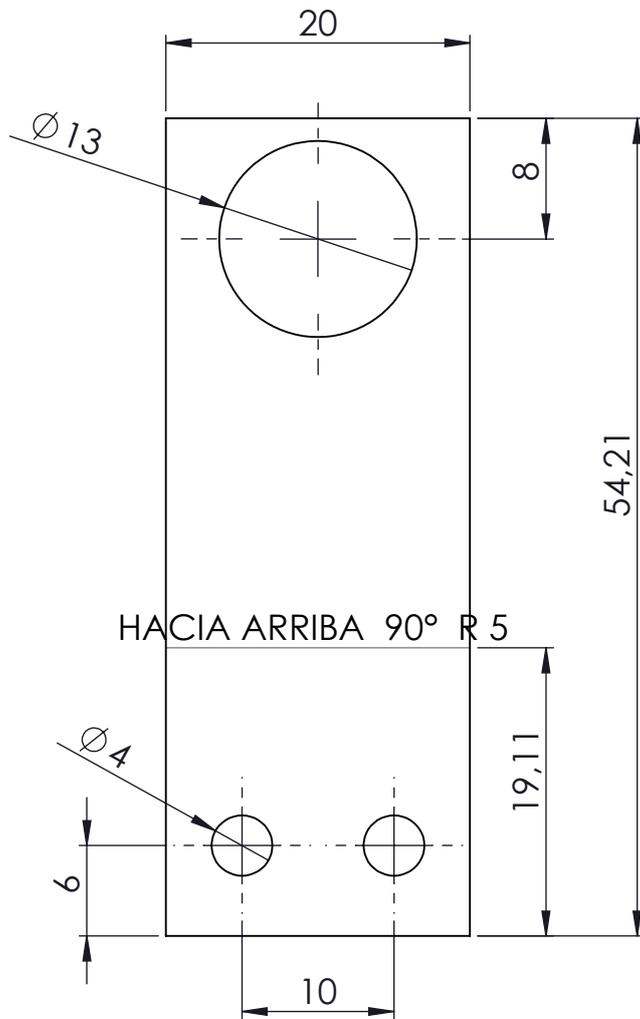
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S5-P2-R2		PLANO Nº	30 de 45
1:2		GUÍA		Sustituye a	
				Sustituido por	A4



Espesor: 3mm
Material: Acero AISI 304
Peso: 22g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

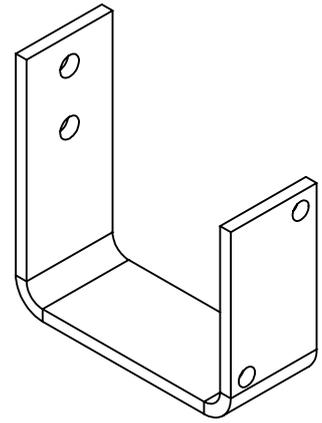
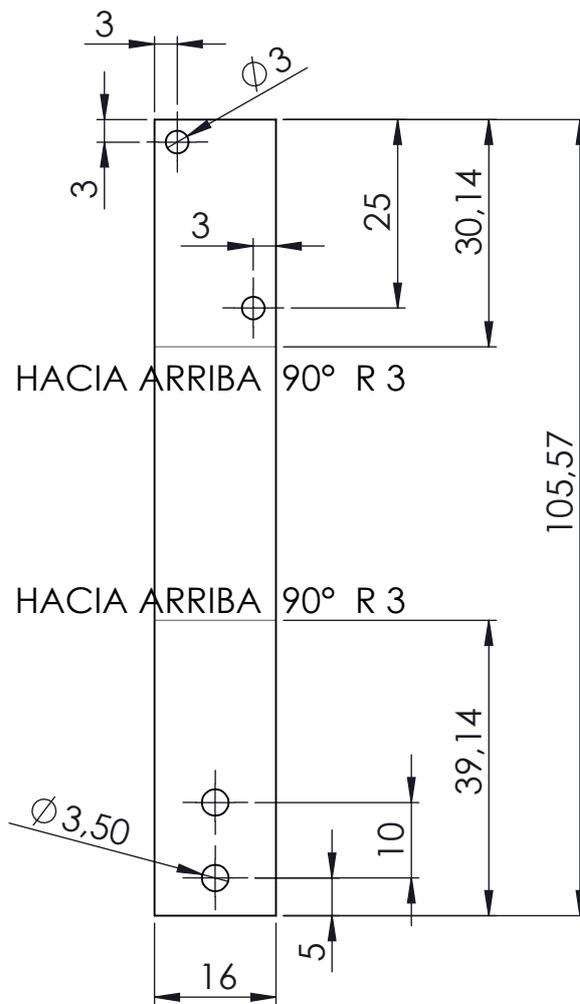
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA					UNIVERSIDAD DE OVIEDO			
FECHA	NOMBRE	FIRMA						
Proyectado	01/05/16	Paula R P						
Dibujado	01/05/16	Paula R P						
Comprobado								
ESCALA	Nº piezas	MECÁNICO-C3-S5-P3-R1		PLANO Nº	31 de 45			
2:1	1	SOPORTE GUÍA A PRESIÓN		Sustituye a				
				Sustituido por	A4			



Espesor: 3mm
Material: Acero AISI 304
Peso: 22g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

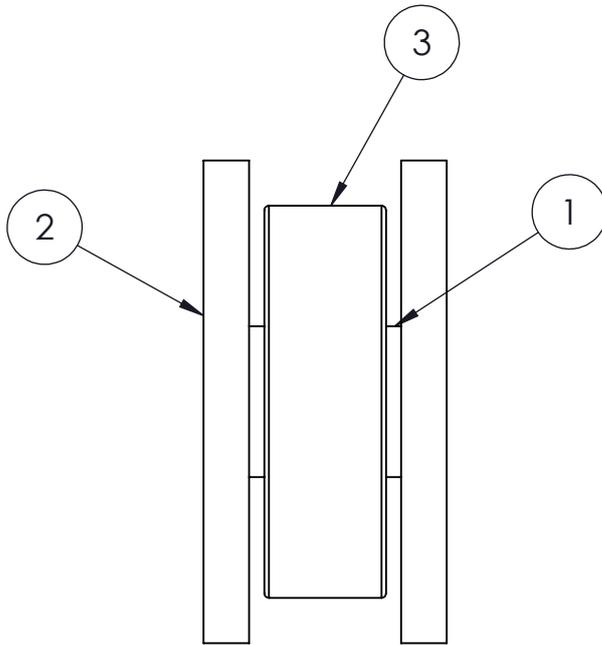
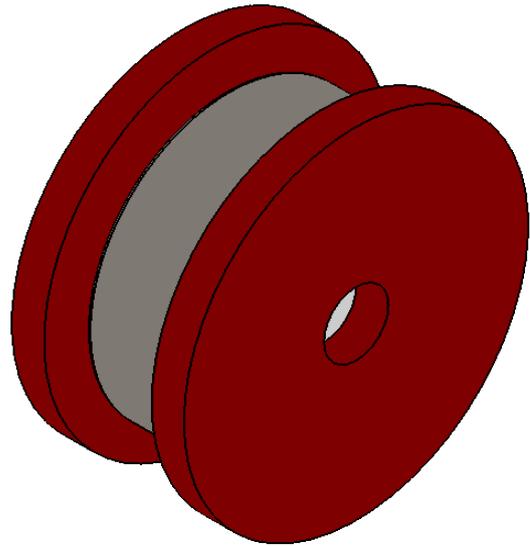
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S5-P4-R1		PLANO Nº	32 de 45
2:1		SOPORTE GUÍA SUELTO		Sustituye a	
				Sustituido por	A4



Espesor: 3mm
Material: Acero AISI 304
Peso: 26g

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

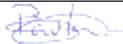
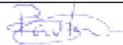
MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela					UNIVERSIDAD DE OVIEDO		
FECHA	NOMBRE	FIRMA	PLANO N°				34 de 45
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>				Sustituye a
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>	Sustituido por	A4		
Comprobado							
ESCALA	N° piezas	MECÁNICO-C3-S5-P6-R2					
1:1	1	SOPORTE FINAL CARRERA DERECHO					

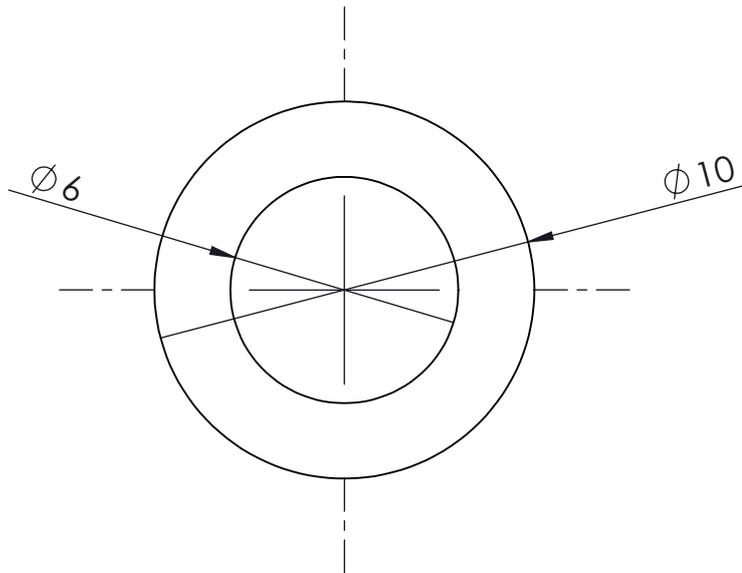


Peso total: 8g

Marca	Nº piezas	Denominación	Descripción	Peso [g]	Plano
1	1	Casquillo polea conducida	ABS	0.5	36
2	2	Pared polea conducida	Madera	2.3	37
3	1	Rodamiento radial bolas SKF 6000			

MASTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

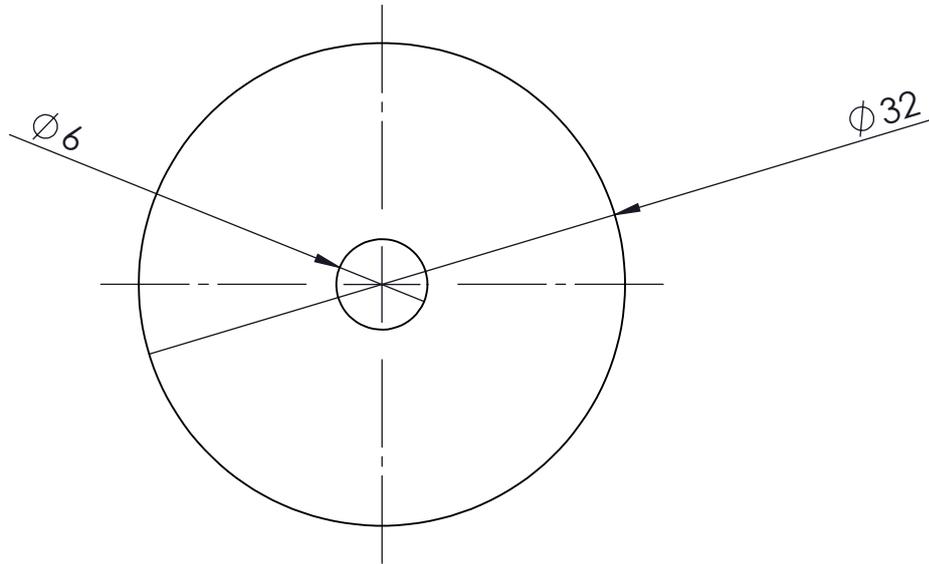
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P			
Dibujado	01/05/16	Paula R P			
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S6-P1-R1		PLANO Nº	35 de 45
2:1	SUBCONJUNTO POLEA CONDUCCIDA			Sustituye a	A4
				Sustituido por	



Longitud: 10mm
Material: ABS
Peso: 0.5g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

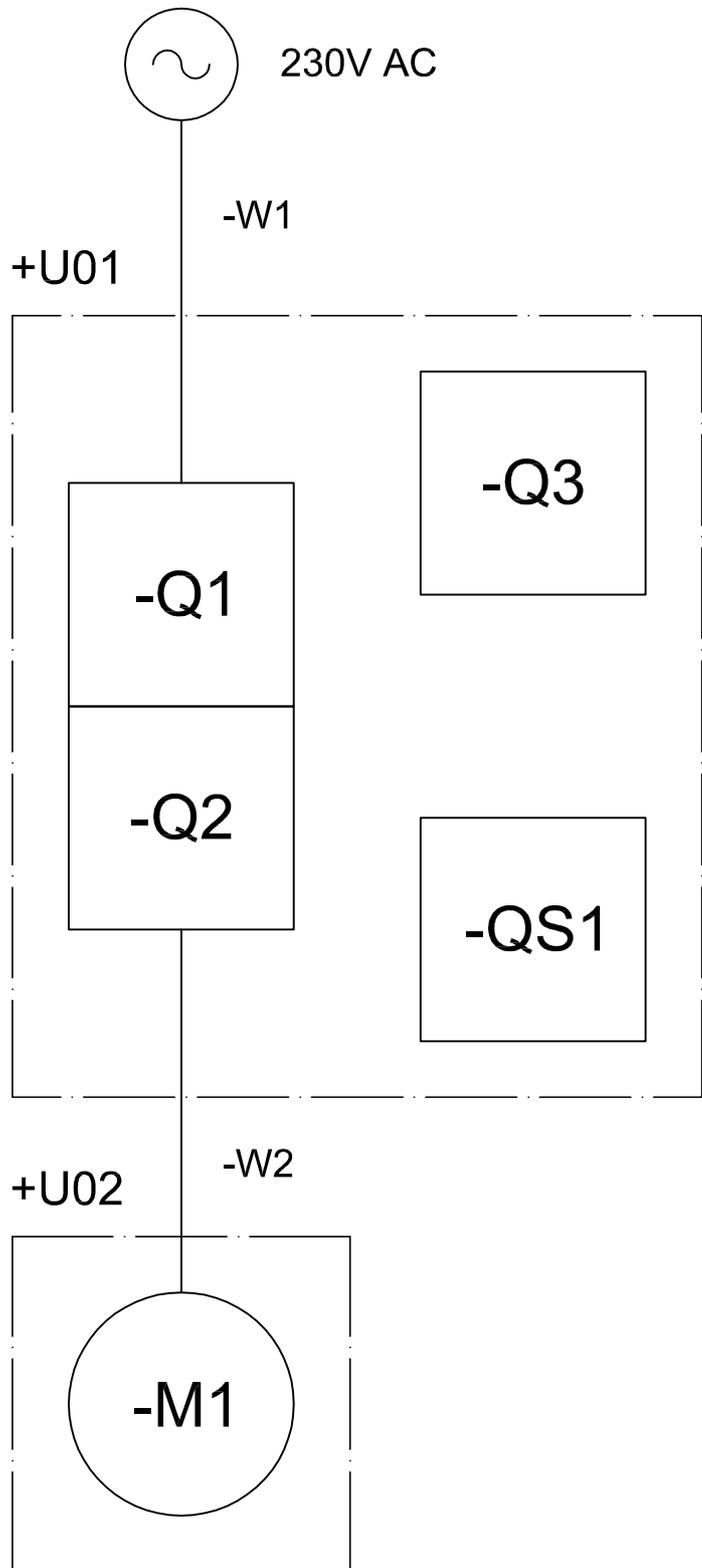
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 1	MECÁNICO-C3-S6-P2-R1		PLANO Nº	36 de 45
5:1	CASQUILLO POLEA CONDUCCIDA			Sustituye a	A4
				Sustituido por	



Espesor: 3mm
Material: Madera
Peso: 2.3g

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRONICA
 Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	01/05/16	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	Nº piezas 2	MECÁNICO-C3-S6-P3-R1		PLANO Nº	37 de 45
2:1	PARED POLEA CONDUCCIDA			Sustituye a	A4
				Sustituido por	



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
+U01	Armario control
+U02	Máquina
-Q1	Protección motor
-Q2	Contactor
-Q3	Magnetotérmico
-QS1	Interruptor principal
-M1	Motor trifásico
-W1	Alimentación general
-W2	Conexión a motor

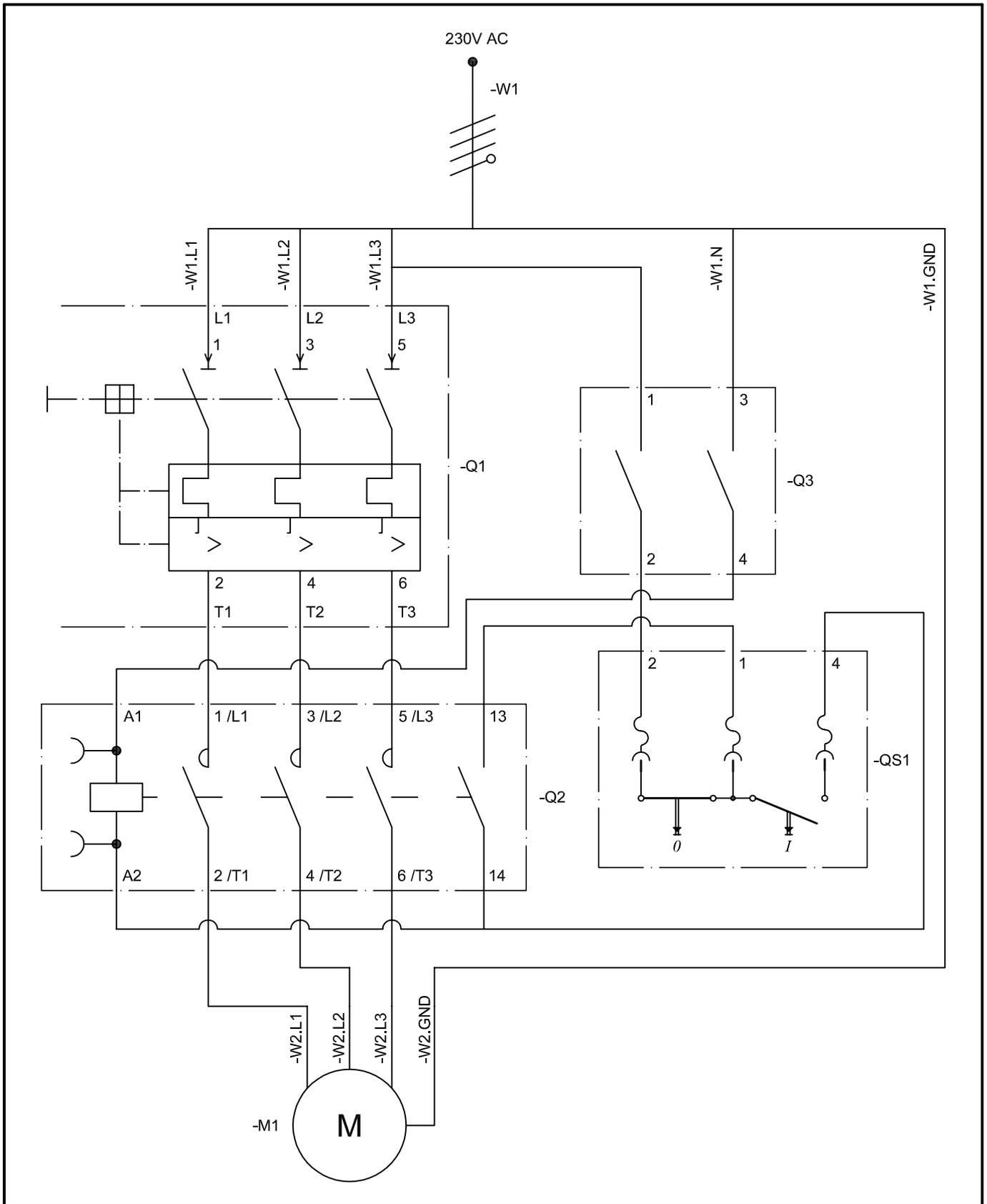
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Proyectado	09/03/2015	Paula R P	<i>Paula</i>
Dibujado	09/03/2015	Paula R P	<i>Paula</i>
Comprobado			



**UNIVERSIDAD
DE OVIEDO**

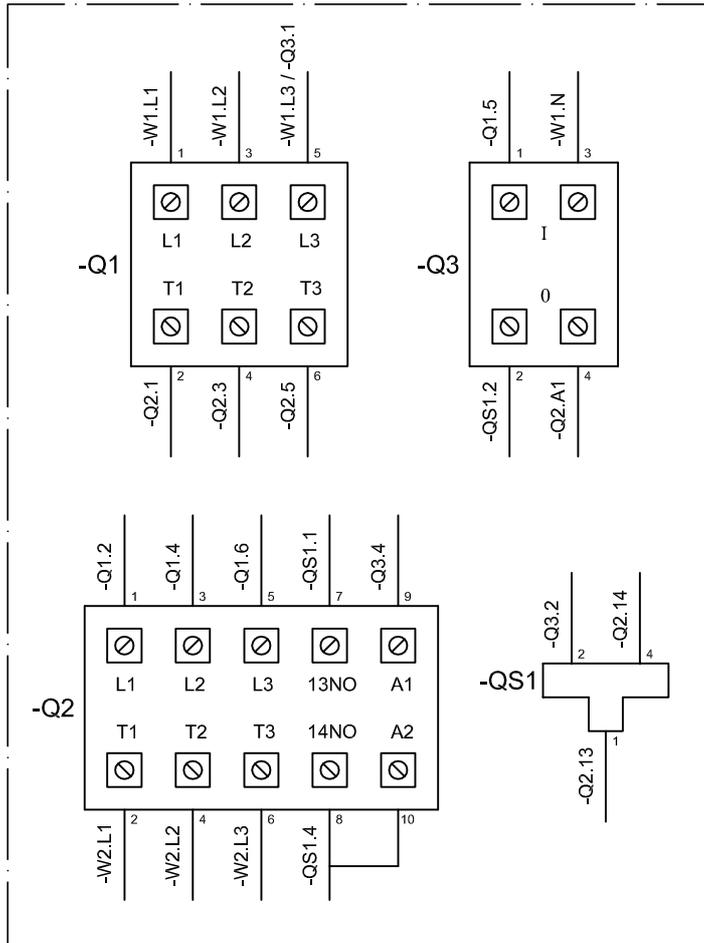
ESCALA	A4	ELÉCTRICO P1	PLANO N°	38 de 45
			Sustituye a	
	MOTOR - DIAGRAMA SITUACIÓN			Sustituido por



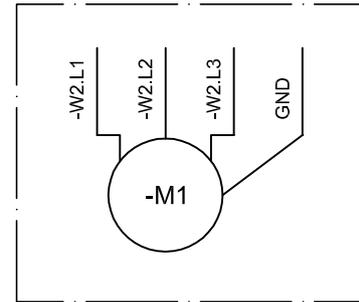
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO	
Proyectado	06/03/2015	Paula R P	<i>Paula</i>			
Dibujado	06/03/2015	Paula R P	<i>Paula</i>			
Comprobado						
ESCALA	A4	ELÉCTRICO P2			PLANO N°	39 de 45
	MOTOR - DIAGRAMA CONTROL				Sustituye a	
					Sustituido por	

+U01



+U02



-W1: Cable alimentación. 5 x X mm²

DESCRIPCIÓN	HILO	Conexión +U01	Conexión +U02
Fase	L1	-Q1.1	
Fase	L2	-Q1.3	
Fase	L3	-Q1.5	
Neutro	N	-Q3.3	
Tierra	GND		-M1

-W2: Cable motor. 4 x X mm²

DESCRIPCIÓN	HILO	Conexión +U01	Conexión +U02
Fase	L1	-Q2.2	-M1
Fase	L2	-Q2.4	-M1
Fase	L3	-Q2.6	-M1
Tierra	GND		-M1

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		<p align="center">UNIVERSIDAD DE OVIEDO</p>	
Proyectado	09/03/2015	Paula R P				
Dibujado	09/03/2015	Paula R P				
Comprobado						
ESCALA	A4	ELÉCTRICO P3			PLANO N°	40 de 45
		MOTOR - CONEXIONES			Sustituye a	
					Sustituido por	

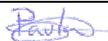
+U01. Armario control

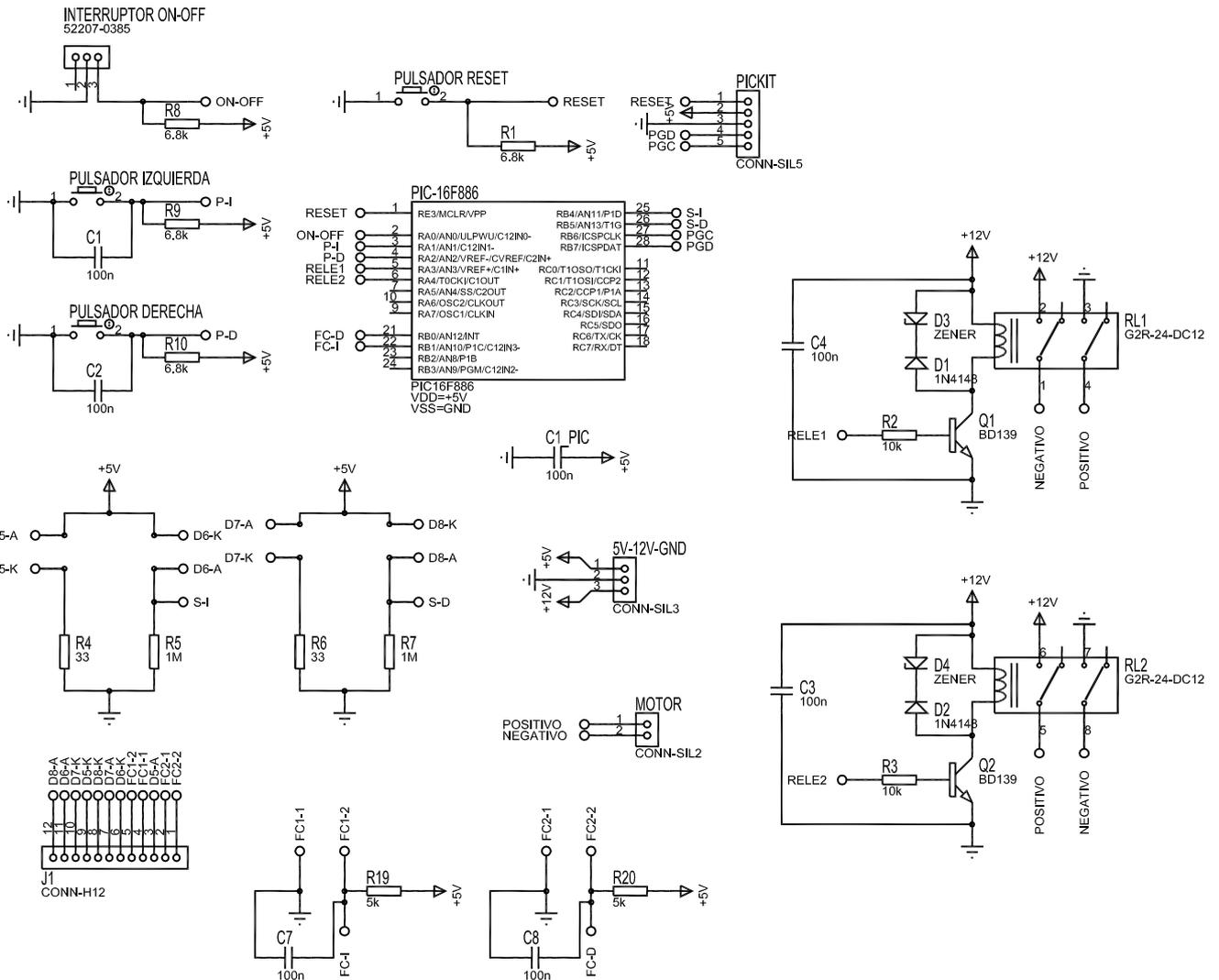
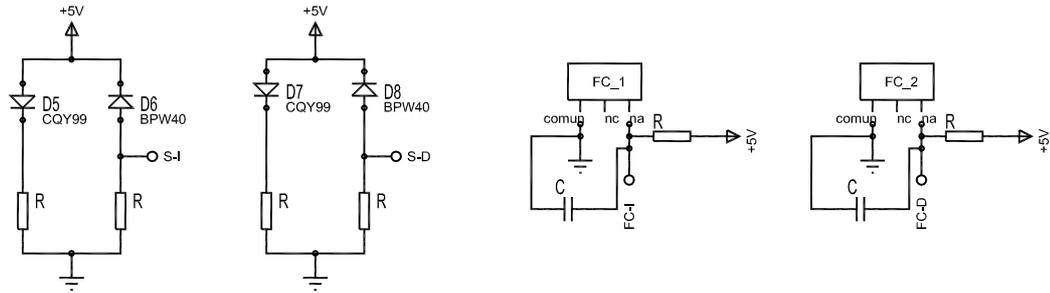
ID.	EQUIPO	FABRICANTE Y MODELO	COD. FABRICANTE	SUMINISTRADOR	COD. SUMINISTR.
-Q1	Disyuntor de protección de motor. Interruptor automático, 0.35-0.5A, tripolar	Siemens Sirius	3RV1011-0FA10	RS	243-7044
-Q2	Contactador de potencia, 7A, tripolar NA, bobina 230Vac	Siemens Sirius	3RT1015-1AP01	RS	243-7640
-Q3	Interruptor termomagnético, 15A, bipolar	LC Siemens Simon	63217-36	Desconocido	Desconocido
-QS1	Pulsador de botón doble	Siemens 3SA8	800-0AB01	Desconocido	Desconocido

+U02. Máquina

ID.	EQUIPO	FABRICANTE Y MODELO	COD. FABRICANTE	SUMINISTRADOR	COD. SUMINISTR.
-M1	Motor trifásico MF 63 C4	Lafert	262559	Desconocido	Desconocido

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	11/03/2015	Paula R P			
Dibujado	11/03/2015	Paula R P			
Comprobado					
ESCALA	A4	ELÉCTRICO P4			PLANO N° 41 de 45
	MOTOR - LISTADO COMPONENTES				Sustituye a Sustituido por



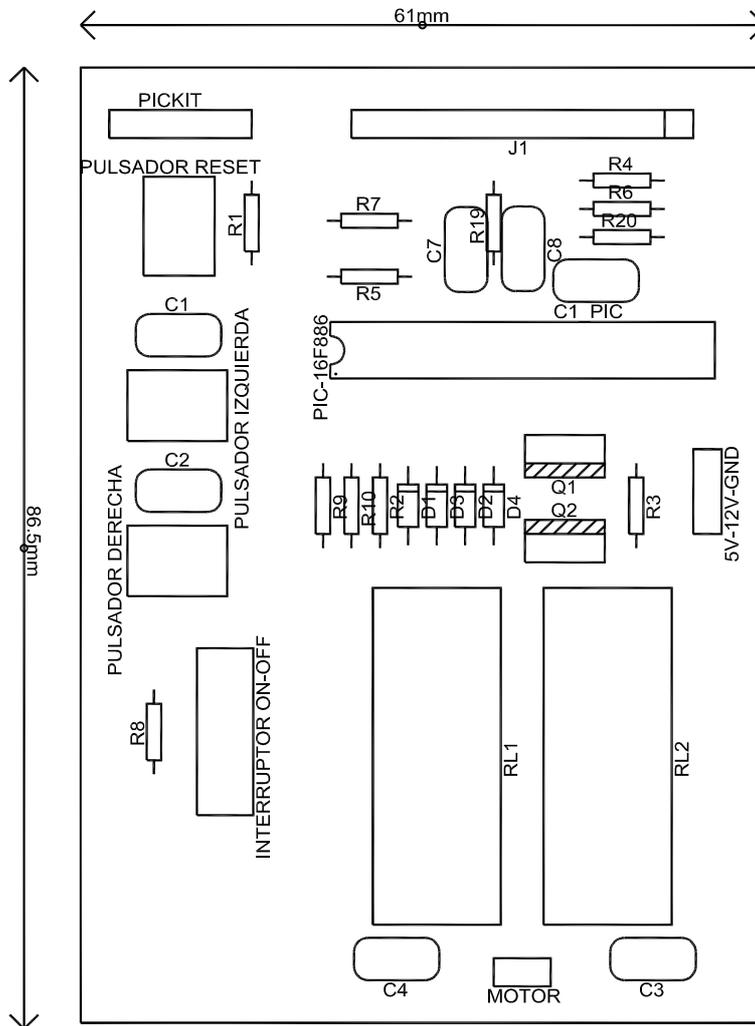
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Proyectado	03/06/2016	Paula R P	<i>Paula</i>
Dibujado	03/06/2016	Paula R P	<i>Paula</i>
Comprobado			



**UNIVERSIDAD
DE OVIEDO**

ESCALA	A4	ELECTRÓNICO P1	PLANO N°	42 de 45
			Sustituye a	
			Sustituido por	
GUIADO BANDA - ESQUEMÁTICO				



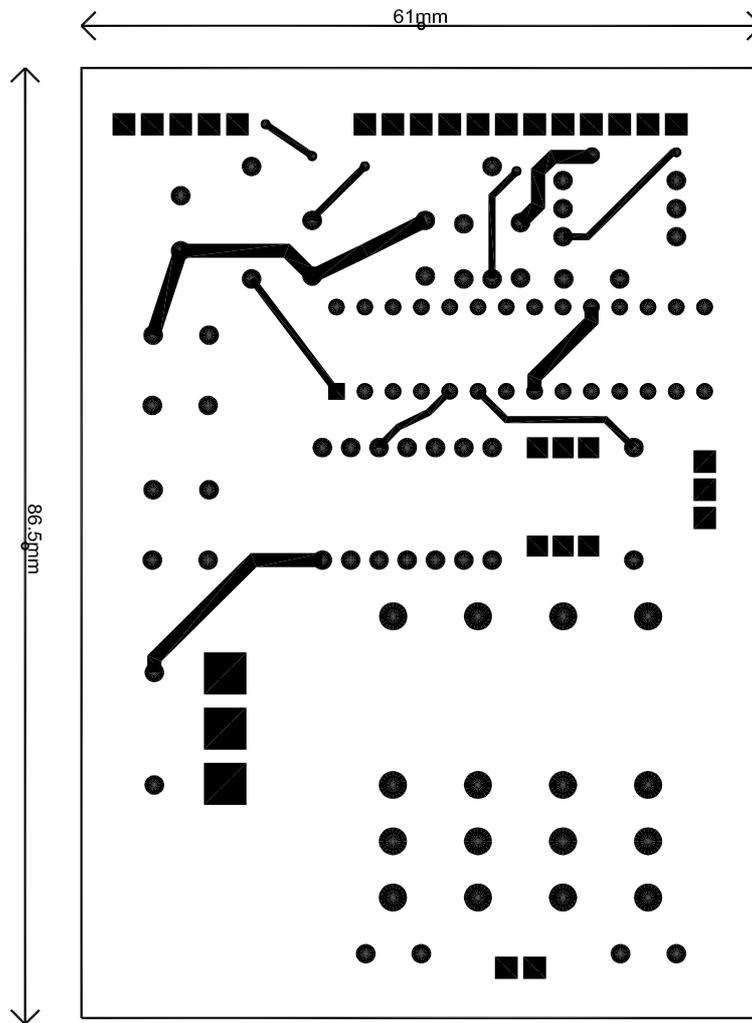
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Proyectado	03/06/2016	Paula R P	<i>Paula</i>
Dibujado	03/06/2016	Paula R P	<i>Paula</i>
Comprobado			



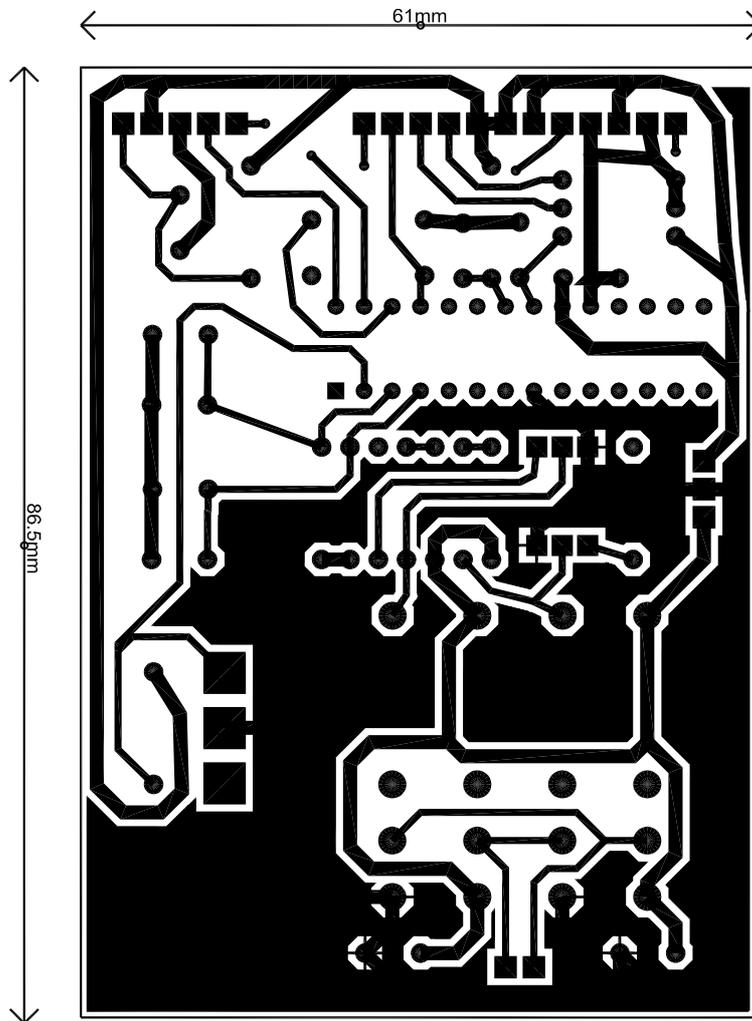
**UNIVERSIDAD
DE OVIEDO**

ESCALA	A4	ELECTRÓNICO P2	PLANO N°	43 de 45
	GUIADO BANDA - COMPONENTES			Sustituye a
				Sustituido por



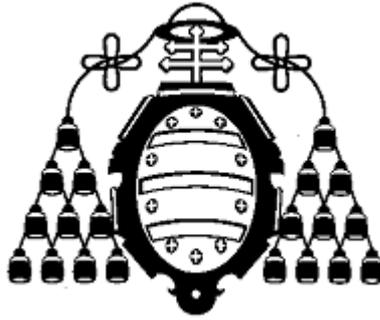
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	03/06/2016	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	03/06/2016	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	A4	ELECTRÓNICO P3			PLANO N° 44 de 45
		GUIADO BANDA - CARA TOP			Sustituye a
	Sustituido por				



MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
Desarrollo de prototipo de máquina dobladora de tela

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		UNIVERSIDAD DE OVIEDO
Proyectado	03/06/2016	Paula R P	<i>Paula</i>		
Dibujado	03/06/2016	Paula R P	<i>Paula</i>		
Comprobado					
ESCALA	A4	ELECTRÓNICO P4		PLANO N°	45 de 45
	GUIADO BANDA - CARA BOTTOM			Sustituye a	
			Sustituido por		



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

CENTRO INTERNACIONAL DE POSTGRADO

MASTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

PRESUPUESTO

**DESARROLLO DE PROTOTIPO DE
MÁQUINA DOBLADORA DE TELA**

JULIO 2016

Paula Rodríguez Parra

José Manuel Sierra Velasco

ÍNDICE PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO DETALLADO	1
1.1. PROTOTIPO DE PARTIDA	1
1.1.1. <i>Modificaciones en el prototipo de partida</i>	1
1.2. SISTEMA GUIADO DE BANDA	2
1.2.1. <i>Conjunto sensores</i>	2
1.2.2. <i>Conjunto guiado de banda</i>	3
1.2.3. <i>Placa electrónica</i>	4
2. PRESUPUESTO DE LA PLEGADORA DE TELA	5

1. PRESUPUESTO DETALLADO

Se debe tener en cuenta que el proyecto se basa en la adaptación y mejora de un prototipo ya creado, por lo que el cálculo del presupuesto hará referencia al coste total de la máquina pero sólo se entrará en detalle de las modificaciones, diseño y fabricación concernientes al presente proyecto.

1.1. PROTOTIPO DE PARTIDA

El precio total del prototipo ya creado y del que se parte para la realización de este trabajo fue de 8485.38€ (incluyendo material, mano de obra, elaboración y seguimiento del proyecto y aplicándole el porcentaje correspondiente al beneficio industrial y al IVA).

1.1.1. MODIFICACIONES EN EL PROTOTIPO DE PARTIDA

Armario de control del motor

Elemento	Unidades	Precio unitario [€]	Precio total [€]
Protección motor	1	60,000	60,000
Contactador	1	30,000	30,000
Magnetotérmico	1	27,000	27,000
Interruptor principal	1	16,000	16,000
TOTAL ELEMENTOS			133,00

Conceptos	Tiempo de trabajo [h]	Precio por hora [€/h]	Precio total [€]
Modificaciones prototipo	1	15	15,00
TOTAL CONCEPTOS			15,00

TOTAL ELEMENTOS	133,00 €
TOTAL CONCEPTOS	15,00 €
TOTAL MODIFICACIONES	148,00 €

1.2. SISTEMA GUIADO DE BANDA**1.2.1. CONJUNTO SENSORES**

Conjunto sensores

Elemento	Unidades	Peso total [kg]	Precio unitario [€/1kg]	Precio unitario [€]	Precio total [€]
Chapa acero AISI 304		0,840	18,500		15,540
Bridas	100				2,750
Tornillos M5	8			0,140	1,120
Tuercas M5	8			0,070	0,560
Arandelas	16			0,180	2,880
Sensor receptor	2			0,423	0,846
Sensor emisor	2			0,405	0,810
TOTAL ELEMENTOS					24,51

Conceptos	Tiempo de trabajo [h]	Precio por hora [€/h]	Precio total [€]
Mecanizado	2	35	70,00
Montaje	2	15	30,00
TOTAL CONCEPTOS			100,00

TOTAL ELEMENTOS	24,51 €
TOTAL CONCEPTOS	100,00 €
TOTAL CONJUNTO SENSORES	124,51 €

1.2.2. CONJUNTO GUIADO DE BANDA

Conjunto guiado de banda

Elemento	Unidades	Longitud total [m]	Precio unitario [€/1m]	Peso total [kg]	Precio unitario [€/1kg]	Precio unitario [€]	Precio total [€]
Chapa acero AISI 304				0,386	18,500		7,141
Tocho aluminio 6082				0,259	17,400		4,507
Perfil tubular aluminio		1,040	6,450				6,708
Perfil cilíndrico aluminio		0,270	10,800				2,916
Tornillos M2	2					0,070	0,140
Tuercas M2	2					0,040	0,080
Tornillos M2,5	10					0,080	0,800
Tuercas M2,5	6					0,040	0,240
Tornillos M3	11					0,110	1,210
Tuercas M3	6					0,060	0,360
Tornillos M4	4					0,130	0,520
Tornillos M5	3					0,140	0,420
Tuerca M5	5					0,070	0,350
Tornillo Allen	1					0,100	0,100
Arandelas	3					0,180	0,540
Circlips	2					0,370	0,740
Rodamiento radial	1					3,920	3,920
Rodamientos lineales	3					10,750	32,250
Ruedas pololu	2					1,610	3,220
Finales de carrera	2					7,070	14,140
Correa		0,700	5,390				3,773
Polea motriz	1					14,820	14,820
Motor	1					42,200	42,200
Carcasas y casquillos ABS				0,038	16,000		0,600
TOTAL ELEMENTOS							84,07

Conceptos	Tiempo de trabajo [h]	Precio por hora [€/h]	Precio total [€]
Mecanizado	5	35	175,00
Impresión 3D			34,51
Montaje	4	15	60,00
TOTAL CONCEPTOS			269,51

TOTAL ELEMENTOS	84,07 €
TOTAL CONCEPTOS	269,51 €
TOTAL CONJUNTO GUIADO BANDA	353,58 €

1.2.3. PLACA ELECTRÓNICA

Placa electrónica

Elemento	Unidades	Longitud total [m]	Precio unitario [€/1m]	Precio unitario [€]	Precio total [€]
PIC16F886	1			2,338	2,338
Pulsadores	3			0,074	0,222
Interruptor	1			1,220	1,220
Relés	2			4,850	9,700
Transistores	2			0,540	1,080
Diodo zener	2			0,304	0,608
Diodo 1N4148	2			0,069	0,138
Condensadores	7			0,362	2,534
Resistencias 33	2			0,168	0,336
Resistencias 5k	2			0,789	1,578
Resistencias 6,8k	4			0,162	0,648
Resistencias 10k	2			0,061	0,122
Resistencias 1M	2			0,061	0,122
Placa	1			8,000	8,000
Tira pines macho acodada	1			1,160	1,160
Tira pines hembra	1			0,740	0,740
Tira pines macho	1			0,804	0,804
Cable		10,000	0,420		4,200
TOTAL ELEMENTOS					35,55

Conceptos	Tiempo de trabajo [h]	Precio por hora [€/h]	Precio total [€]
Soldado componentes	5	15	75,00
TOTAL CONCEPTOS			75,00

TOTAL ELEMENTOS	35,55 €
TOTAL CONCEPTOS	75,00 €
TOTAL PLACA ELECTRÓNICA	110,55 €

2. PRESUPUESTO DE LA PLEGADORA DE TELA

Se calcula el presupuesto de ejecución utilizando los datos obtenidos en el presupuesto detallado.

Presupuesto del armario de control	148,00 €
Presupuesto del conjunto sensores	124,51 €
Presupuesto del conjunto guiado banda	353,58 €
Presupuesto de la placa electrónica	110,55 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN	736,64 €

En este precio no se incluye el beneficio industrial, así que se debe aplicar un sobrecargo del 7%. También se tiene que tener en cuenta los costes de ingeniería, los cuales estimamos como 25€/h, trabajando 6h diarias, unos 20 días laborables al mes durante 2 meses y medio.

Costes Ingeniería

Conceptos	Tiempo de trabajo [h]	Precio por hora [€/h]	Precio total [€]
Costes de ingeniería	300	25	7500,00
TOTAL CONCEPTOS			7500,00

Por último le añadiremos el I.V.A. actual, que en este momento en España es del 21%.

Presupuesto de ejecución	736,64 €
Beneficio industrial - 7%	52 €
Coste ingeniería	7.500,00 €
Presupuesto final sin I.V.A.	8.288,20 €
I.V.A. - 21%	1.740,52 €
Presupuesto final del proyecto	10.028,73 €

El precio total con IVA asciende a DIEZ MIL VEINTIOCHO CON SETENTA Y TRES Euros.

Fdo.: Paula Rodríguez Parra

Cabe destacar el precio total de la máquina, que sumando el coste del prototipo de partida y el coste de las modificaciones realizadas, asciende a 18514.11€.

Presupuesto prototipo mecánico	8.485,38 €
Presupuesto del presente proyecto	10.028,73 €
Presupuesto final del prototipo	18.514,11 €