



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERIA EN MECATRONICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA
PARA SERIGRAFÍA TEXTIL**

AUTOR:

EDISON BLADIMIR LECHÓN NARVÁEZ

DIRECTOR:

ING. DANIEL ALEJANDRO ÁLVAREZ ROBALINO

IBARRA, 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

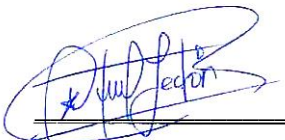
En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para la cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100369665-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	LECHÓN NARVÁEZ EDISON BLADIMIR		
DIRECCIÓN:	YAHUARCOCHA, BARRIO LA PORTADA		
E-MAIL:	eblechonn@utn.edu.ec / eddy24mlec@hotmail.es		
TELÉFONO MÓVIL:	0988353589	TELÉFONO FIJO:	062 577150
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA SERIGRAFÍA TEXTIL		
AUTOR:	LECHÓN NARVÁEZ EDISON BLADIMIR		
FECHA:	7 DE MAYO DE 2019		
PROGRAMA:	PREGRADO		
TÍTULO POR EL QUE	INGENIERO EN MECATRÓNICA		
DIRECTOR:	ING. DANIEL ALEJANDRO ÁLVAREZ ROBALINO		

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original, que se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra a los 10 días del mes de mayo del 2019



Edison Bladimir Lechón Narváez



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICO

Que la Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica con el tema:
“CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA SERIGRAFÍA TEXTIL”, ha sido desarrollado y terminado en su totalidad por el Sr. Edison Bladimir Lechón Narváez, con cédula de identidad 100369665-3, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.



Ing. Daniel Álvarez

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a toda mi familia y amigos. Principalmente a mi madre BLANCA LUCIA, que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años.

A mis hijos CRISTOPHER TOMÁS, JONATHAN MATÍAS, y mi pequeña DANNA HAYDE. A mi esposa DAYSI RAQUEL, a mi hermanito WICHO, a mi padre JUAN CARLOS. A mis ABUELITOS que han sido como mis segundos padres, PAPÁ LUCHITO Y MAMÁ AIDITA, gracias por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome su amor, cariño y apoyo incondicional.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Y por último a esos verdaderos amigos con los que compartimos todos estos años juntos.

Edison Lechón Narváez

RESUMEN

El presente trabajo de grado tiene como propósito la construcción de una máquina semiautomática para serigrafía textil. La cual permitirá obtener impresiones planas uniformes y mantener la calidad de la impresión durante toda la tirada.

Con la finalidad de lograr el objetivo propuesto, se plantea dos alternativas para la construcción, la selección se la realizó en base a los materiales y tecnología existente en el país. Se utilizaron motores eléctricos y actuadores neumáticos para que realicen el proceso automático.

Se presenta la información necesaria para el análisis que ayudará en el diseño y la construcción de la máquina. Se presentan también los cálculos para el diseño de los elementos que componen la máquina, cada una de estas con sus respectivos planos mecánicos; así como los diagramas eléctricos, control y neumáticos que fueron utilizados para implementación del sistema. También se realizaron los manuales de usuario y mantenimiento para el correcto uso de la máquina.

Por último, se presentan el análisis de costos y los resultados de las pruebas realizadas a la máquina semiautomática.

CONTENIDO

Dedicatoria	V
Tabla de figuras	X
Listado de tablas.....	XIII
Listado de Anexos	XV
Introducción	1
Planteamiento del problema.....	1
Antecedentes	2
Objetivos	3
Objetivos específicos	3
Justificación	4
Alcance	5
1 CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	7
1.1 La técnica de serigrafía	7
1.1.1 Elementos que se utilizan en el proceso de serigrafía	7
1.1.2 Proceso artesanal de impresión en serigrafía	8
1.1.3 Factores importantes en el proceso de impresión en serigrafía	11
1.1.4 Formas de reproducción.....	12
1.2 Máquinas para impresión en serigrafía.....	13
1.2.1 Máquinas para textil.....	13
1.2.2 Máquinas semiautomaticas para textil	14
1.2.3 Diferencia en el proceso de impresion	15
2 CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO	17
2.1 Revisión bibliográfica.....	17
2.2 Parámetros necesarios para la construcción de la máquina	17
2.2.1 Selección de la mejor alternativa	18
2.2.2 Estudio de las alternativas	19
2.2.3 Evaluación de las alternativas	20
2.2.4 Numero de bases de impresión.....	21

2.3	Implementación de la alternativa seleccionada	22
2.3.1	Estructura base de la máquina	23
2.3.2	Bases de impresión	32
2.3.3	Cabezal de impresión	38
2.3.4	Sistema de elevación central del cabezal de impresión	60
2.4	Diseño e implementación del circuito electroneumático	64
2.4.1	Selección del cilindros neumáticos.....	64
2.5	Transmisión del movimiento	70
2.5.1	Selección de paso de la correa.....	72
2.6	Diseño e implementación del circuito neumático	72
2.6.1	Cálculo del consumo de aire	72
2.6.2	Selección del tamaño de la electroválvula	73
2.6.3	Selección de la unidad de mantenimiento	74
2.6.4	Esquema de distribución neumático	75
2.6.5	Diseño sistema secuencial electroneumático	76
2.7	Diseño del circuito electrico	79
2.7.1	Selección del motor	79
2.7.2	Protecciones de los circuitos eléctricos.....	84
2.8	Diseño del circuito de control	86
2.8.1	Selección del dispositivo de control	87
2.8.2	Regulación de velocidad del motor C.c.	88
3	CAPÍTULO III RESULTADOS	89
3.1	Costos de fabricacion.....	89
3.1.1	Materia prima	89
3.1.2	Mano de obra.....	91
3.1.3	Costos indirectos de fabricación.....	91
3.1.4	Costo total de producción.....	92
3.1.5	Análisis de costos	92
3.2	Pruebas de funcionamiento	95
3.2.1	Tiempos empleados en cada subproceso	96

3.2.2	Pruebas cualitativas de impresión.....	97
4.	CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
	Conclusiones	99
	Recomendaciones.....	100
5.	REFERENCIAS	101
	ANEXOS 105	
	Anexo A Manual de usuario y mantenimiento	105
	Anexo B DIN ISO1219-1, 03/96. Símbolos gráficos para equipos neumáticos.....	110
	Anexo C Maquinaria para serigrafía textil	114
	Anexo D Propiedades de los aceros	118
	Anexo E Propiedades eje acero plata	119
	Anexo F Características rodamiento lineal.....	120
	Anexo G Características correa dentada.....	121
	Anexo H Características del PLC.....	122
	Anexo I Características fuente de alimentación del PLC	123
	Anexo J características del módulo de expansión del PLC	124
	Anexo K Características de los actuadores neumáticos	125
	Anexo L Características técnicas del rodamiento	134
	Anexo M Catálogo tubería dipac productos de acero	136
	Anexo N Características técnicas del motor.....	137
	Anexo O Fotografías	138
	Anexo P Planos Mecánicos.....	141
	Anexo Q Esquema eléctrico y control.....	143
	Anexo R Esquema neumático	145
	Anexo S Diagrama de programación	147

TABLA DE FIGURAS

Figura 1.1 Proceso de impresión en serigrafía	9
Figura 1.2 (a) Emulsionado lado externo (b) Emulsionado lado interno	9
Figura 1.3 (a) Colocación del positivo (b) Insolación (c) Lavado (d) Corrección de fallas	10
Figura 1.4 (a) Colocación de la tinta (b) Movimiento de preimpresión (c) Movimiento de impresión (d) Impresión del soporte	11
Figura 1.5 Máquina de carrusel (pulpo de serigrafía)	14
Figura 1.6 (a) Cabezal ANATOL (b) Cabezal SROQUE.....	16
Figura 2.1 Diseño de la alternativa seleccionada	22
Figura 2.2 (a) Fotografía de un pulpo de construcción artesanal (b) Dibujo del pulpo en software CAD	25
Figura 2.3 Diagrama de la viga de la base sometida a carga	26
Figura 2.4 Estructura base de la máquina	28
Figura 2.5 Diagrama de cuerpo libre de la estructura base.....	29
Figura 2.6 Tensión de Von Mises	30
Figura 2.7 Desplazamiento	31
Figura 2.8 Coeficiente de seguridad.....	32
Figura 2.9 Mecanismo de rotación	33
Figura 2.10 Soporte de las paletas para la impresión	35
Figura 2.11 Brazo soporte de las paletas	37
Figura 2.12 Diagrama del brazo sometido a carga.....	37
Figura 2.13 Diseño del cabezal de impresión	39
Figura 2.14 Dimensiones de marco y rasqueta para serigrafía	40
Figura 2.15 Diseño de la rasqueta	41
Figura 2.16 Carro de impresión	43

Figura 2.17 Cargas que actúan sobre los ejes	44
Figura 2.18 DCL y las reacciones en sus apoyos	45
Figura 2.19 Viga biempotrada con carga puntual en la sección central	45
Figura 2.20 Diagrama del eje sometido a carga	47
Figura 2.21 Viga biempotrada con carga puntual en el extremo	47
Figura 2.22 Resultado de la simulación, desplazamiento	53
Figura 2.23. Esfuerzos fluctuantes	53
Figura 2.24 Tensión normal máxima	54
Figura 2.25 Trazado de convergencia de la simulación	55
Figura 2.26 Diagrama del factor dureza fH . Fuente: [23]	57
Figura 2.27 Diagrama cinemático	59
Figura 2.28 Mecanismo de elevación central del cabezal de impresión	60
Figura 2.29 Distancias de los elementos en el cabezal de impresión	61
Figura 2.30 Diagrama de cuerpo libre de la base del cabezal de impresión	61
Figura 2.31 Reacciones en los apoyos	62
Figura 2.32 Diagrama de la placa circular de acero sometida a carga	62
Figura 2.33 Diagrama de consumo de aire.	73
Figura 2.34 Esquema neumático de un sistema de control electroneumático	76
Figura 2.35 Diagrama de espacio fase	77
Figura 2.36 GRAFCET de la máquina semiautomática	78
Figura 2.37 Conectar la fuente de alimentación	85
Figura 2.38 Diagrama de flujo del proceso de impresión monocroma en serigrafía	86
Figura 2.39 Esquema del circuito inversor de giro	88

Figura 3.1 Grafico subprocessos VS tiempo96

Figura 3.2 Impresiones realizadas en la máquina semiautomática para serigrafía textil98

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1 Tecnología utilizada para la automatización	15
Tabla 1.2 Resumen de alternativas	16
Tabla 2.1 Evaluación de las alternativas frente a los requerimientos	21
Tabla 2.2 Lista de piezas que conforman el diseño de la alternativa seleccionada.....	22
Tabla 2.3 Estimación de los parámetros del factor de seguridad	24
Tabla 2.4 Lista de piezas que conforman la estructura base	29
Tabla 2.5 Resumen de resultados	30
Tabla 2.6 Resumen de las características de rodamientos más comunes	32
Tabla 2.7 Lista de piezas que conforman la del mecanismo de rotación	34
Tabla 2.8 Lista de piezas que conforman el soporte de las paletas	35
Tabla 2.9 Lista de piezas que conforman el cabezal de impresión	39
Tabla 2.10 Lista de piezas que conforman la rasqueta	41
Tabla 2.11 Carga ejercida sobre la rasqueta	41
Tabla 2.12 Componentes que conforman el carro de impresión.....	43
Tabla 2.13 Lista de piezas del sistema de elevación central del cabezal de impresión.....	60
Tabla 2.14 Características de algunos tipos comunes de bandas	70
Tabla 2.15 Resumen de resultados cálculo del consumo de aire	73
Tabla 2.16 Características de motores de CC y CA	79
Tabla 2.17 Factores para la selección del interruptor automático magnetotérmico	84
Tabla 3.1 Costos de los materiales utilizados en el proceso de fabricación	89
Tabla 3.2 Costos de mano de obra directa	91
Tabla 3.3 Costos indirectos de fabricación	91
Tabla 3.4 Calculo del costo unitario	92

Tabla 3.5 Costo servicios básicos.....	93
Tabla 3.6 Costos materiales para realizar una impresión en serigrafía	93
Tabla 3.7 Costos materiales indirectos	93
Tabla 3.8 Flujo de caja.....	94
Tabla 3.9 Punto de equilibrio	95
Tabla 3.10 Tiempos de ejecución de los subprocesos.	96
Tabla 3.11 Tiempo de se demora una producción de 400 u	97

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo A Manual de usuario y mantenimiento
- Anexo B DIN ISO1219-1, 03/96. Símbolos gráficos para equipos neumáticos
- Anexo C Maquinaria para serigrafía textil
- Anexo D Propiedades de los aceros
- Anexo E Propiedades eje acero plata
- Anexo F Características rodamiento lineal
- Anexo G Características correa dentada
- Anexo H Características del PLC
- Anexo I Características fuente de alimentación del PLC
- Anexo J características del módulo de expansión del PLC
- Anexo K Características de los actuadores neumáticos
- Anexo L Características técnicas del rodamiento
- Anexo M Catálogo tubería dipac productos de acero
- Anexo N Características técnicas del motor
- Anexo O Fotografías
- Anexo P Planos Mecánicos
- Anexo Q Esquema eléctrico y control
- Anexo R Esquema neumático
- Anexo S Diagrama de programación

ABSTRACT

The purpose of the present degree work is the construction of a semiautomatic machine for textile screen printing. Which will allow to obtain uniform flat prints and maintain the quality of printing during the entire run.

In order to achieve the proposed goal, two alternatives are proposed for construction, the selection is made based on materials and technology in the country. Electric motors and pneumatic actuators were used to carry out the automatic process.

It presents the necessary information for the analysis that will help in the design and construction of the machine. The calculations are also presented for the design of the elements that make up the machine, each of them with their respective mechanical planes; as well as the electrical, control and tire diagrams that were used to implement the system. The user and maintenance manuals were also made for the correct use of the machine.

Finally, the cost analysis and the results of the tests performed on the semiautomatic machine are presented.

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La serigrafía es un proceso de impresión utilizado para la reproducción de documentos o imágenes sobre cualquier tipo de material. Este proceso de impresión es repetitivo, es decir, una vez obtenida una primera impresión correcta del primer modelo impreso, esta puede ser repetida hasta miles de veces. El proceso de impresión en serigrafía es muy antiguo y se ha practicado durante mucho tiempo de manera totalmente manual. Sin embargo, la industria de las artes gráficas ha ido satisfaciendo la enorme demanda que ha generado el mercado y posibilitando maquinaria, que no sólo mejora las condiciones laborables, sino que proporciona una mayor calidad de reproducción y una reducción tremendamente importante en los tiempos de impresión [1].

La calidad de una impresión en serigrafía depende de estos factores: la presión de la rasqueta, ángulo de inclinación de la rasqueta y velocidad de impresión. Es muy difícil ajustar la presión correcta de la rasqueta en una impresión manual. Y prácticamente imposible mantener la misma presión de forma constante en una tirada para todos los ejemplares. El cansancio del impresor hace que se modifique no solo la presión, sino también la velocidad y el ángulo.

Con la construcción de una máquina semiautomática que permita modificar y mantener estos factores anterior mente expuestos durante toda la tirada, se mejorará la calidad de la impresión en serigrafía para todos los ejemplares, se obtendrá una impresión homogénea incluso después de muchas copias y al ser construida en nuestro país, su costo será accesible para las empresas y microempresas locales.

ANTECEDENTES

Realizando la búsqueda bibliográfica se encontraron los siguientes antecedentes.

Luis Laguna y Víctor Loachamín [2] diseñaron y construyeron una impresora de serigrafía neumática para superficies planas de funcionamiento automático, con la finalidad de ser usada con facilidad y eficiencia por el artesano dedicado a la impresión por serigrafía, se emplearon un conjunto de mecanismos, entre los que se puede destacar el mecanismo de piñón-cremallera para obtener el desplazamiento horizontal del sistema de impresión, un mecanismo cadena-catalina para el desplazamiento vertical exacto y uniforme de la mesa de impresión, conjuntamente a esto, se ha implementado un sistema neumático encargado de dar movimientos lineales y uniformes a elementos importantes de la impresora de serigrafía como la rasqueta, el cargador y el soporte principal, la impresora también consta de un circuito eléctrico-electrónico usando micro controladores "ATMEGA" permitiendo una automatización completa sencilla.

Luis Navarrete y Luis Escobar [3] construyeron un prototipo que consta de un soporte para el marco, un sistema de elación para el marco, rasqueado mecánico y un sistema de control de los cilindros neumáticos mediante un PLC.

Andrés Ávila [4] diseño y construyo una máquina que consta de una mesa de estampado y un horno de secado textil, implementando la automatización en este proceso serigráfico, con el uso de dispositivos eléctricos, mecánicos y electrónicos, los cuales son manejados por un PLC y un interfaz humano máquina HMI, que son de servicio para la operación de una sola persona.

Johnatan Corrales [5] Diseño y construyo un prototipo tipo pulpo de serigrafía con tres estaciones de trabajo para productos textiles, utilizando un motor acoplado al

mecanismo de ginebra para realizar la rotación de las estaciones, para la impresión se utilizaron actuadores neumáticos.

Raúl Córdova [6] construyó un prototipo que tiene una estructura de tipo pulpo o carrusel que cuenta con 4 brazos giratorios donde están asentadas las camisetas, que giran mediante el empuje de un eje acoplado a un sistema de engranaje accionado por un motor paso a paso de alto torque, cada brazo sujeta un marco con malla tensada para realizar impresiones con tintas de diferentes colores.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Construir una máquina semiautomática para serigrafía textil

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una búsqueda bibliográfica.
- Determinar los parámetros necesarios para la construcción de la máquina
- Implementar un sistema que realice el proceso de impresión de manera automática. Permitiendo modificar y mantener los ajustes de ángulo de inclinación para la racleta, presión y velocidad de impresión
- Validar el funcionamiento de la máquina.
- Realizar un manual de usuario y mantenimiento de la máquina.

JUSTIFICACIÓN

La serigrafía textil de inicio aparenta ser fácil y sencilla, pero cuando nos encontramos en la tarea de realizar estampados de alto detalle fotográfico, acabados como el “tacto cero” o que simplemente cumplan con ciertas normas o estándares de calidad, para muchos resulta muy difícil de alcanzar [7].

La serigrafía se caracteriza por ser una de las técnicas de impresión más económicas, tanto para el impresor como para los clientes. Se trata de un sistema de impresión relativamente sencillo pero que, no obstante, precisa de un control riguroso en cada una de sus etapas. Es necesario conocer a fondo el proceso y trabajar con los materiales adecuados y un buen equipamiento. Cada etapa requiere una adecuada selección de técnicas y materiales que van a depender del tipo de soporte, del tipo de tinta, del efecto deseado en la impresión y del equipamiento técnico del que se dispone [1].

Con la construcción de la máquina semiautomática se busca el progreso de la provincia en la industria textil, ayudando a aumentar la productividad de las empresas y microempresas textiles, incrementando la capacidad de ofrecer el servicio impresión en serigrafía de manera rápida y eficiente, sustituyendo el proceso manual por uno más técnico y efectivo que permitirá optimizar el trabajo, mejorar el servicio y elevar los ingresos.

También se busca generar un impacto económico debido a que el precio para la adquisición de maquinaria de esta clase, estará al alcance de las empresas y microempresas textiles del país.

Motivos por los cuales y basándose en los trabajos previos encontrados y referenciados, se cree que es necesario la construcción una máquina para serigrafía textil semiautomática.

ALCANCE

Para la construcción se tomará en cuenta diseños de máquinas para serigrafía textil existentes en el mercado internacional, debido a que actualmente no hay empresas que fabriquen este tipo de maquinaria en el país. Se tratará de duplicar su funcionamiento con la tecnología existente en el país.

Se seleccionará el modelo más adecuado para realizar impresiones textiles en colores planos y cuatricromía. La máquina constará con un cabezal de impresión automático que me permitirá realizar el proceso de impresión. Esto quiere decir que me permitirá imprimir diseños monocromos, pero con la opción que permita ir acoplando más cabezales de impresión a futuro.

Para validar el funcionamiento de la máquina realizaremos las pruebas en un diseño monocromo. Por último, se realizará el manual de usuario y mantenimiento

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 LA TÉCNICA DE SERIGRAFÍA

1.1.1 ELEMENTOS QUE SE UTILIZAN EN EL PROCESO DE SERIGRAFÍA

Marco o bastidor de serigrafía

Es un elemento importante en serigrafía, puesto que representan la base para la pantalla óptima. El material ideal para su fabricación es el acero inoxidable o el aluminio [8]. Las principales características que debe tener un bastidor para poder ser utilizado en serigrafía son la robustez y la ligereza [1].

El marco de impresión debe tener unas dimensiones suficientes para que sus bordes interiores dejen libre a cada lado de la rasqueta de impresión una distancia de 10 cm. Una distancia demasiado pequeña da lugar a una distorsión visible de la imagen [8].

Pantalla de serigrafía

La pantalla está compuesta por un tejido especial, destinado exclusivamente a ser tensado en el bastidor. La elección del tejido se convierte en uno de los aspectos más importantes dentro de la impresión en serigrafía, puesto que la calidad del trabajo final dependerá directamente de la calidad del tejido elegido [1]

La única diferencia que existe entre la pantalla y la matriz es que la primera solamente cuenta con el marco y la tela. Sin embargo, se denomina matriz a la pantalla cuando ha sido transferido el diseño que va a ser impreso [1].

La matriz tiene que ser, como mínimo, 15 cm más larga y ancha que la superficie a imprimir [8].

Rasqueta de serigrafía

Es el accesorio esencial que sirve para arrastrar la tinta por la pantalla y le permite pasar a través de los poros de la pantalla, de la parte superior a la inferior, depositándose sobre el soporte

Está constituida por dos partes. La primera es un mango de madera o de metal que en su grosor va provisto de una ranura bastante profunda, para que se introduzca una lámina. La lamina suelen ser de goma o de plástico. La dureza de las rasquetas se mide en *shore*. La gama generalmente recomendada es de 60-75 shore [8].

Dimensiones de la rasqueta

La hoja de la rasqueta debe tener de 8 a 10 mm de espesor, y sobresalir como máximo 35 mm del soporte de la rasqueta. La longitud de la rasqueta debe tener unos 8 cm más que el motivo a imprimir, para rebasar la imagen de impresión unos centímetros de cada lado [8].

1.1.2 PROCESO ARTESANAL DE IMPRESIÓN EN SERIGRAFÍA

El proceso básico de este sistema de impresión puede resumirse en tres etapas: obtención de una película a partir de un diseño, confección de una matriz con esa película e impresión en un soporte gracias a esa matriz [1]. La Figura 1.1 presenta un esquema del proceso de impresión en serigrafía.

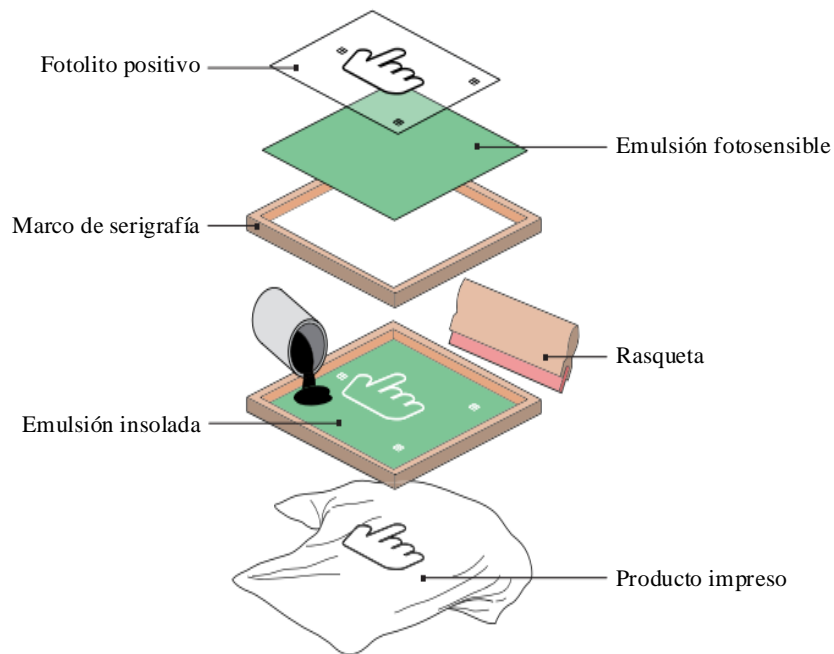


Figura 1.1 Proceso de impresión en serigrafía

Fuente:[9]

El primer paso a realizar será el emulsionado de la pantalla y prepararla así para el proceso de revelado. La Figura 1.2 muestra el proceso de emulsionado de las dos caras de la pantalla.



Figura 1.2 (a) Emulsionado lado externo (b) Emulsionado lado interno

Fuente: [10]

En el proceso de revelado se coloca el positivo fotográfico sobre la pantalla y, por medio de luz, se endurece la emulsión en las zonas donde no hay dibujo, por lo que en las zonas oscuras del positivo la emulsión no se endurece y permite el paso de la tinta. De

esta manera se obtiene una forma o molde permeográfico denominado matriz [1]. La

Figura 1.3 muestra el proceso de revelado.

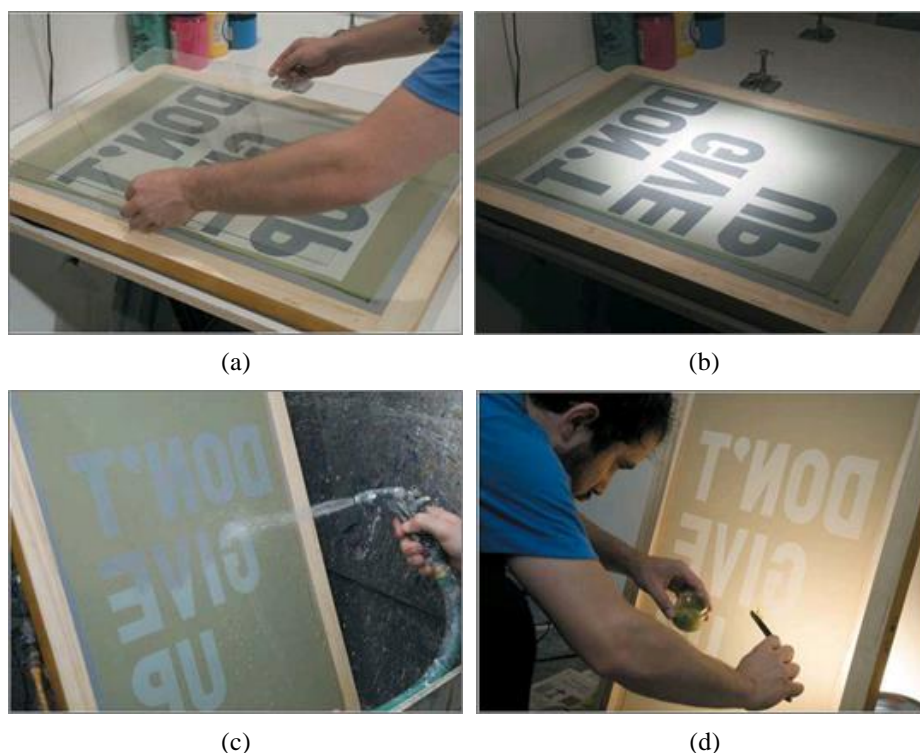


Figura 1.3 (a) Colocación del positivo (b) Insolación (c) Lavado (d) Corrección de fallas

Fuente: [10]

Una vez preparada la matriz se coloca en mesa de impresión ajustando correctamente el marco. Es necesario llevar a cabo un ajuste de registro, implementando guías que permitan colocar siempre el marco en el mismo lugar y que los colores de la imagen se impriman adecuadamente.

En cuanto se haya cumplido con todos los pasos anteriores será el momento de la impresión propiamente dicha, poniendo en contacto la pantalla con el soporte.

Para realizar la impresión se utiliza la racleta. Antes de realizar la impresión se realiza la preimpresión, moviendo la racleta se extiende la tinta por toda la matriz cargando de tinta en la zona del diseño. Después se procede con el movimiento de

impresión el cual empuja la tinta cargada en la matriz hacia el soporte [1]. La Figura 1.4 muestra el proceso de impresión.

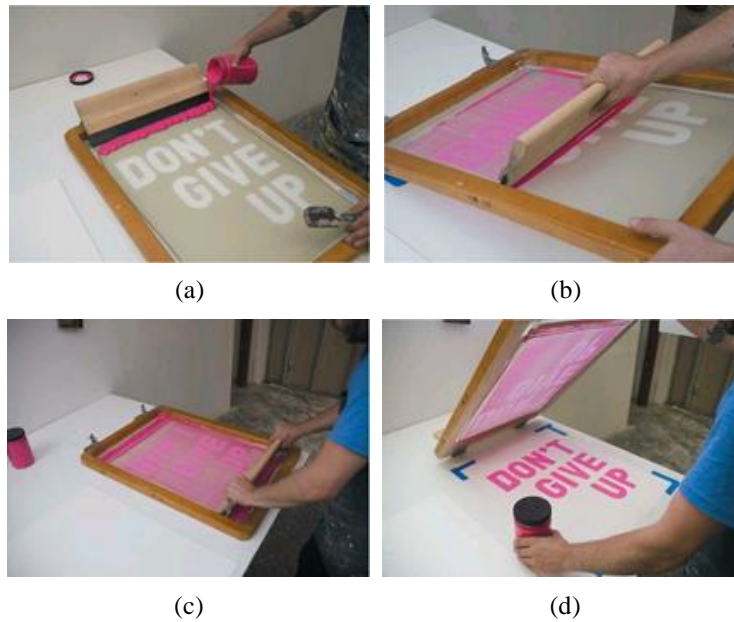


Figura 1.4 (a) Colocación de la tinta (b) Movimiento de preimpresión (c) Movimiento de impresión (d) Impresión del soporte

Fuente: [10]

Para terminar, hay que tener en cuenta el proceso de secado de las tintas, en algunas ocasiones se utilizan dispositivos o máquinas de secado donde el proceso se acelera.

1.1.3 FACTORES IMPORTANTES EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN EN SERIGRAFÍA

Presión de la rasqueta de serigrafía

Si la rasqueta ejerce una presión demasiado fuerte, influye sobre la precisión del registro, ya que rasqueta arrastra el tejido. Por este motivo, se debe trabajar siempre con la presión más reducida posible, pero tomando en cuenta que si la presión es muy reducida determinadas zonas del diseño no recibirán tinta.

La presión de la racleta no se deberá modificar bajo ningún concepto durante la impresión de una tirada [11].

El ángulo de inclinación respecto a la horizontal

Según la inclinación de la rasqueta, se deposita más o menos tinta sobre el soporte a imprimir. Una inclinación normal de la racleta puede ser unos 50° . Con más inclinación de los 50° , la racleta produce una impresión grasa y con menos inclinación se produce una impresión seca [8].

Velocidad de impresión

El flujo de tinta que atraviesa la malla de impresión depende de la velocidad de impresión en relación con la viscosidad de la tinta, con la forma de impresión, con la configuración de la rasqueta, el clima ambiente, etc. [8].

Distancia del fuera de contacto

Esta distancia del fuera de contacto condiciona el denominado escalón, es decir, mediante dicha distancia ha de garantizarse que el tejido “se desprenda” del soporte durante la tirada, inmediatamente detrás de la rasqueta.

El fuera de contacto en la impresión manual puede mantenerse entre 2 y 8 mm, si se consideran estos diversos factores, siempre que este valor se mantenga lo más bajo posible por motivos de exactitud de localización. Cuanto más pequeño sea el fuera de contacto, tanto menor será la deformación del tejido en la impresión. Durante la tirada, el fuera de contacto no debe modificarse nunca [8].

1.1.4 FORMAS DE REPRODUCCIÓN

Reproducción en colores planos

Cuando una impresión se basa en esta técnica de colores planos, cada color obtenido en la forma impresa corresponde a la impresión en dicho color, es decir, si un producto impreso tiene siete colores, se habrán realizado sobre él siete impresiones de colores diferentes. La desventaja es el consumo elevado de tiempo para la conclusión de dicho trabajo, máxime si el número de colores es elevado, así como la necesidad de un registro más preciso. La ventaja es que se puede imprimir sobre material de color negro, ya que las tintas usadas son opacas [11].

Reproducción en cuatricromía

Permite una total fidelidad de colores, ya que se pueden conseguir cualquier color a través de los colores de impresión (cian, magenta, amarillo y negro). Al tratarse de tintas transparentes, solo es posible su aplicación en materiales cuyo fondo sea blanco [11].

1.2 MÁQUINAS PARA IMPRESIÓN EN SERIGRAFÍA

Las máquinas de serigrafía destinadas mayoritariamente a la producción gráfica suelen ser de pliego. Dentro de estas se puede clasificar en dos tipos.

- Máquinas para impresión textil.
- Máquinas para soportes gráficos.

A su vez, se pueden clasificar dentro de estos: máquinas de pequeño formato y manejo manual y máquinas de gran formato automáticas y semiautomáticas [1].

1.2.1 MÁQUINAS PARA TEXTIL

Las máquinas para textil son de tipo carrusel o pulpo, se caracterizan por disponer de múltiples bases de impresión sobre un eje central. El funcionamiento es sencillo: cada

estación o brazo dispone una paleta para colocar el soporte a imprimir y sobre ella la matriz entintada con un color determinado. Las mesas van rotando de manera que se vayan imprimiendo todos los colores necesarios sobre el soporte [1]. La Figura 1.5 muestra un máquina manual tipo carrusel o pulpo de impresion en serigrafia.



Figura 1.5 Máquina de carrusel (pulpo de serigrafía)

Fuente: [1]

1.2.2 MÁQUINAS SEMIAUTOMATICAS PARA TEXTIL

Las máquinas semiautomáticas para serigrafía se basan en el mismo funcionamiento que las manuales, pero con la diferencia de que algunas de las fases en el proceso de impresión se han mecanizado. Están compuestas principalmente por tres elementos: el cuerpo de entrada, cabezal de impresión y el cuerpo de salida [1].

El cuerpo de entrada son las bases de impresión es el lugar donde se sitúa manualmente el soporte, que debe fijarse adecuadamente en esta superficie [1].

El cabezal de impresión está formado por la matriz y por la base de impresión. Cuenta con un sistema para sujetar la pantalla, sistemas para ajustar la distancia del marco con la paleta y los necesarios ajustes de registro que permite moverse en cuatro direcciones, de lado a lado y de adelante hacia atrás, según las normas del fabricante. Utilizan un mecanismo de elevación que simula el movimiento de apertura de un libro.

La matriz sube y baja por medio de un mecanismo sincronizado. Cuando baja es el momento cuando, colocado el soporte en el lugar adecuado, la tinta entra en contacto con él, produciéndose así el proceso de impresión [1].

El cuerpo de salida es la zona donde se recoge el soporte ya impreso, puede disponer o no de un dispositivo de secado para acelerar el fijado de la tinta en el soporte [1].

1.2.3 DIFERENCIA EN EL PROCESO DE IMPRESION

La diferencia en el proceso de impresión en una máquina automatizada, está en los mecanismos y actuadores que se utiliza. La Tabla 1.1 muestra los tipos de actuadores que se utiliza para la automatización de este tipo de maquinaria.

Tabla 1.1

Tecnología utilizada para la automatización

<u>Tipo</u>	<u>Actuadores</u>
Eléctricos	Motores Servomotores
Neumáticos	Cilindros de doble/simple efecto Actuador lineal sin vástago.
Eléctricos / Neumáticos	Motores y cilindros neumáticos

Durante el proceso de impresión, existen dos diferencias de funcionamiento. La primera está en el sistema de elevación central, este movimiento vertical se lo puede realizar de dos maneras, elevación central en las bases de impresión y elevación central está en los cabezales de impresión. Este movimiento me permite rotar libremente las paletas y posicionar el soporte debajo del cabezal de impresión.

La segunda diferencia en el movimiento de impresión y preimpresión (rasqueta y contra rasqueta), generalmente se utilizan dos rasquetas, una para la impresión y la otra para la preimpresión. Funciona alternadamente y para ello utilizan diferentes métodos, uno de ellos es la utilización de cuatro cilindros neumáticos, dos para cada rasqueta. Otro

método es la utilización de un mecanismo acoplado a un cilindro neumático, el cual permite alternar la utilización de las rasquetas.

La Figura 1.6 muestra los cabezales de impresión con las diferencias expuestas anteriormente.

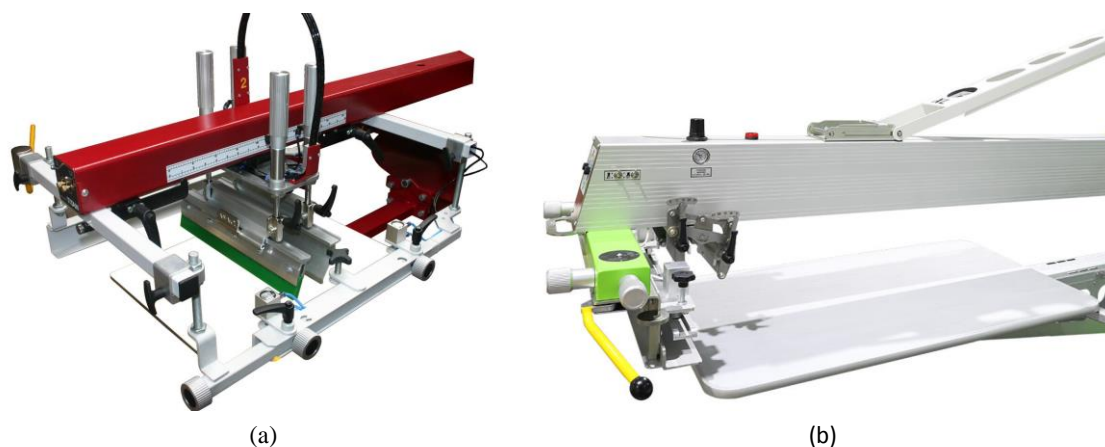


Figura 1.6 (a) Cabezal ANATOL (b) Cabezal SROQUE

Fuente: [12], [13]

En la Tabla 1.2 se describe las diferencias entre los dos cabezales de la Figura 1.6.

Tabla 1.2
Resumen de alternativas

<u>Alternativas</u>	<u>Características</u>	<u>Fabricante</u>
Alternativa 1	Elevación central en las bases de impresión	ANATOL
	Sistema de impresión y preimpresión con cuatro cilindros neumáticos	M&R
Alternativa 2	Elevación central de los cabezales de impresión	SROQ
	Sistema de impresión y preimpresión con un cilindro neumático	FLEXOTRONICA GRAFICA

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La revisión bibliográfica se la realiza con la finalidad de recopilar la suficiente información necesaria para la realización del presente proyecto de tesis. Se recopila información sobre:

- El proceso artesanal de impresión en serigrafía
- Maquinaria existente en el mercado
- Tecnología empleada en su fabricación

2.2 PARÁMETROS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

Para tener varias alternativas de solución, se realizó un estudio acerca de las maquinas existentes en el mercado. Y en base a la experiencia de laborar en empresas textiles locales se plantean los siguientes requerimientos para la construcción de la máquina:

- Impresión en serigrafía poligráficas
- Soporte a imprimir es el textil
- Fácil acoplamiento de la unidad de presecado
- Fácil limpieza de la matriz
- Fácil manejo
- Transportable
- Mantenimiento

2.2.1 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Para seleccionar la mejor alternativa que cumplan los parámetros y requerimientos planteados se utilizara el método de la ponderación de criterios. Este método se basa en tablas donde cada criterio se confronta con los restantes criterios y se asignaran los valores siguientes:

- 1: si cumple satisfactoriamente con el requerimiento
- 0,5: si cumple regularmente el requerimiento
- 0: si cumple insatisfactoriamente el requerimiento

Al final se sumarán los valores y se seleccionara una de las alternativas expuestas en el capítulo anterior.

Selección del material

Para la selección del material, se investigará sobre los materiales existentes en el mercado local. Con los datos proporcionados por los catálogos de los fabricantes procederemos a realizar los cálculos respectivos. En base a los resultados obtenidos se escogerá el material más adecuado para la construcción de la máquina.

Selección de los actuadores

Para la selección de los actuadores se realizarán los respectivos cálculos y en base a los resultados se escogerá los actuadores más adecuados para realizar el trabajo.

Selección del sistema control

Como primer punto vamos a seleccionar la alimentación para los diferentes dispositivos que conforman la parte de control y potencia de la máquina.

Para la selección se determinarán las características del sistema de control que se va a implementar y se elegirá por el que mejor se adapte a las necesidades del proyecto. Para el diseño del circuito de control se tomará en cuenta que la maquina debe presentar una baja complejidad de operación.

Se realizará un esquema de control representando los elementos de mando, regulación y señalización.

Costo

El costo final de la maquina deberá ser accesible para las empresas y microempresas textiles. Se realizará un análisis de costos con el fin de determinar el precio final de la máquina

Mantenimiento

Para la construcción se utilizará elementos de fácil accesibilidad en el mercado local.

2.2.2 ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS

Alternativa 1: elevación central de las bases

Ventajas

- Permite realizar ajustes de fuera de contacto para todas las bases
- Permite realizar ajuste de nivel en las bases.

Desventajas

- Las bases están configuradas para que sean una estructura móvil para lo cual se necesita de un elemento adicional que disminuya la fricción al desplazarse en el eje central

- Los cabezales de impresión son fijos por lo cual la unidad del presecado ya viene incorporado a la máquina
- Difícil realizar la limpieza de la matriz
- Dos cilindros neumáticos por cabezal de impresión

Alternativa 2: elevación central de los cabezales impresión

Ventajas

- La unidad del presecado no es incorporada a la máquina por lo que se colocan por debajo de los cabezales de impresión
- El cabezal de impresión posee un sistema manual que permite levantar el cabezal de impresión para que la limpieza de la matriz se realice sin ningún esfuerzo físico
- Un cilindro por cabezal de impresión

Desventajas

- No tiene nivelación de sus bases
- Construcción más robusta

2.2.3 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

La Tabla 2.1 presenta los resultados de la evaluación de las alternativas, se consideran los siguientes criterios de valoración:

- Costo
- Facilidad de mantenimiento
- Facilidad de operación
- Limpieza de la matriz
- Proceso del presecado

- Seguridad

Tabla 2.1
Evaluación de las alternativas frente a los requerimientos

<u>Criterios</u>	<u>Costo</u>	<u>Facilidad de mantenimiento</u>	<u>Facilidad de operación</u>	<u>Limpieza de la matriz</u>	<u>Proceso del presecado</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Total</u>
Alternativa 1	0	1	0,5	0,5	0,5	1	3,5
Alternativa 2	0	1	0,5	1	1	1	4,5

En base a la ponderación realizada se llega a la conclusión de que la alternativa 2 es el modelo que mejor se adapta para la construcción de la máquina.

2.2.4 NUMERO DE BASES DE IMPRESIÓN

Uno de los requerimientos para la construcción de la máquina es la posibilidad de realizar impresiones policromas. En una cuatricromía intervienen cuatro colores de impresión (cian, magenta, amarillo y negro) más el color base (Blanco) cuando se estampan en camisetas de color oscuro. Por lo que se necesitara como mínimo seis estaciones. Se necesita dos estaciones más, una para la entrada de los soportes y la segunda para la salida. Por lo tanto, basándonos en lo antes expuesto se decide construir una máquina semiautomática para serigrafía textil con las siguientes características:

- Ocho estaciones / un color
- Tecnología eléctrica / neumática
- Área máxima de impresión de 16''x 18''

2.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

La Figura 2.1 muestra la alternativa para la construcción de la máquina.

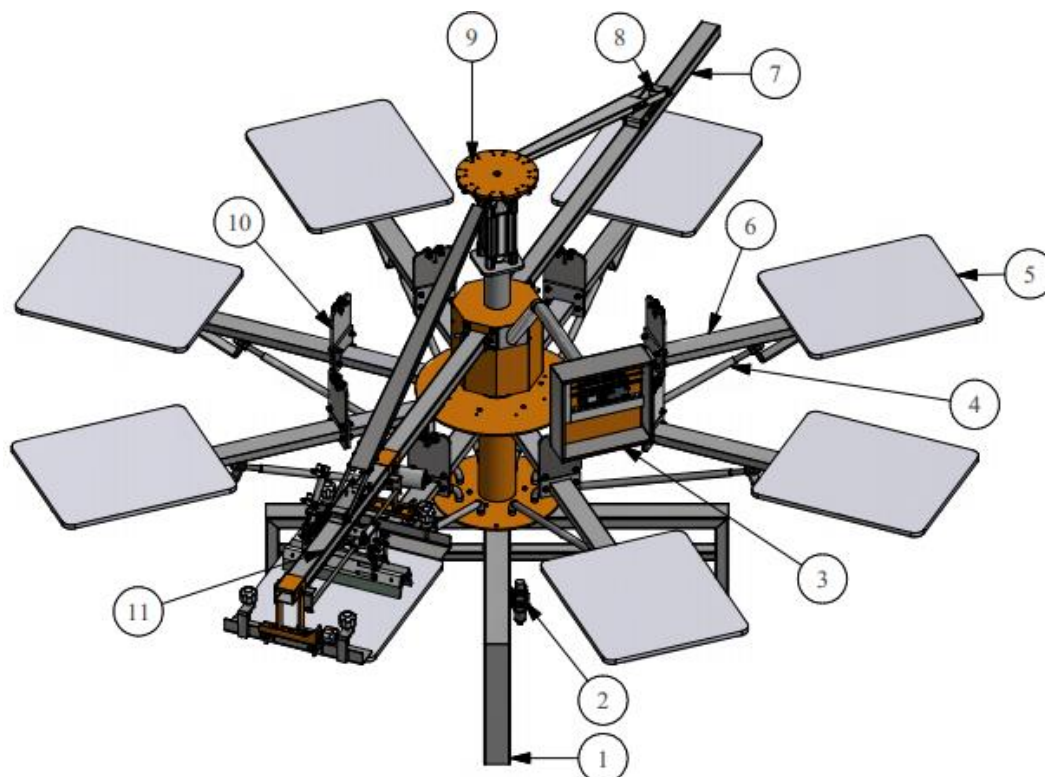


Figura 2.1 Diseño de la alternativa seleccionada
Fuente:[14]

La Tabla 2.2 muestra las piezas y sistemas de la máquina semiautomática.

Tabla 2.2

Lista de piezas que conforman el diseño de la alternativa seleccionada

<u>N° Pieza</u>	<u>Nombre de pieza</u>	<u>Cantidad</u>
1	Estructura base de la máquina	1
2	Unidad de mantenimiento neumática	1
3	Armario eléctrico	1
4	Sistema de nivelación de los brazos	8
5	Base de impresión	8
6	Brazo del pulpo	8
7	Base del cabezal de impresión	2
8	Mecanismo de elevación manual del cabezal de impresión	2

9	Sistema de elevación central del cabezal de impresión	1
10	Guía de posicionamiento del cabezal de impresión	8
11	Cabezal de impresión	1

La máquina consta de diferentes mecanismos que, al actuar de forma sincronizada permite realizar la impresión del soporte. A continuación, se realizará las respectivas descripciones de los componentes de la máquina.

2.3.1 ESTRUCTURA BASE DE LA MÁQUINA

Para la selección del material nos basamos en los siguientes criterios:

- Resistencia a la fluencia. La estructura base debe ser lo bastante rígida para que pueda soportar las cargas propuestas antes de que se presente la rotura de sus partes.
- Disponibilidad en el mercado. La disponibilidad del material a nivel nacional es importante para la selección. Ya que se deberá utilizar un material que sea de fácil adquisición.
- Costo. Su costo debe ser bajo en comparación con otros materiales

Basándose en los factores explicados anteriormente se decide utilizar el acero ASTM-500, con las siguientes propiedades Anexo D.

$$S_y = 180 \text{ MPa}$$

$$S_{ut} = 270 \text{ MPa}$$

En donde:

S_y : resistencia a la fluencia

S_{ut} : resistencia a la rotura a tracción

Factor de seguridad

Para calcular el factor de seguridad utilizamos la siguiente ecuación:

$$FS = FS_{material} \cdot FS_{esfuerzo} \cdot FS_{geometría} \cdot FS_{análisis\ de\ falla} \cdot FS_{confiabilidad} \quad (2.1)$$

El factor de seguridad se puede estimar en función de las variaciones de los parámetros: propiedades del material, esfuerzo, geometría, análisis de falla y confiabilidad deseada. Para determinar los parámetros Ullman [15] expresa que cuanto mejor se conoce los parámetros del componente, más cercano deberá estar el factor de seguridad a 1. Por otra parte, cuando menos se conozca del componente, mayor será el factor de seguridad. La Tabla 2.3 muestra las estimaciones asignadas para este caso.

Tabla 2.3
Estimación de los parámetros del factor de seguridad

$FS_{material} = 1,1$	Si las propiedades del material se conocen de un catálogo o de los valores del fabricante
$FS_{esfuerzo} = 1,1$	Si la carga está bien definida como estática o fluctuante
$FS_{geometría} = 1$	Si las tolerancias de fabricación son promedio
$FS_{análisis\ de\ falla} = 1,1$	Si el análisis de falla se usó para derivar el estado de estrés
$FS_{confiabilidad} = 1,5$	Si la confiabilidad debe ser alta, mayor a 99%

Remplazando los valores en la ecuación (2.1) obtenemos que: $FS \approx 2$.

Selección del perfil estructural para la construcción

Para seleccionar el perfil estructural necesitamos conocer el peso que va a soportar la base. Para determinar el peso nos basamos en las máquinas manuales construidas artesanalmente.

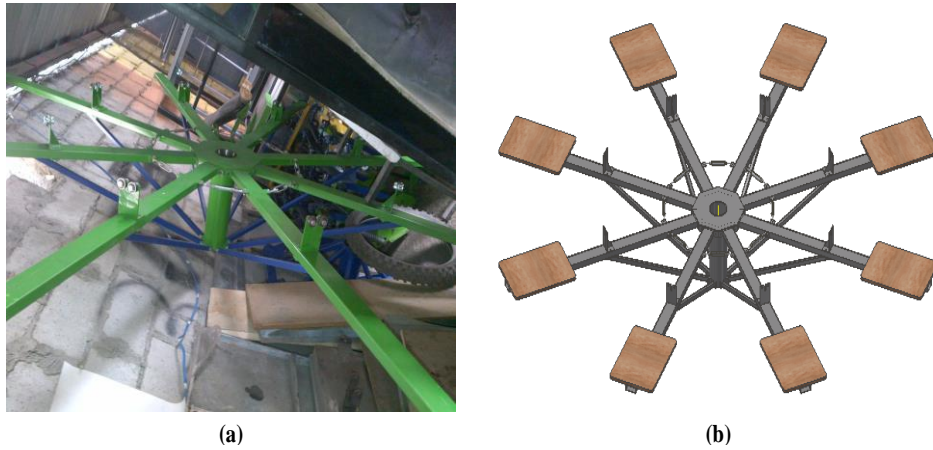


Figura 2.2 (a) Fotografía de un pulpo de construcción artesanal (b) Dibujo del pulpo en software CAD

El ensamble en un software de diseño en 3D de la máquina de construcción artesanal, me permite determinar la masa igual a: $m \approx 145 \text{ Kg}$.

Cálculo de la carga

La segunda ley del movimiento de Newton establece que un cuerpo cambiará su estado de movimiento debido a una fuerza no balanceada y experimentará una aceleración, a , en la misma dirección y magnitud que la fuerza resultante aplicada [16].

$$F = m \cdot a \quad (2.2)$$

En donde:

a : aceleración (m/s^2)

m : masa (Kg)

F : fuerza (N)

El peso es una fuerza (gravitacional) y que se relaciona con la masa de un objeto en la forma [16]:

$$w = m \cdot g \quad (2.3)$$

En donde:

w : peso (N)

m : masa (Kg)

g : gravedad ($9,806 m/s^2$)

Remplazando el valor de la masa y gravedad en la ecuación (2.3) obtenemos que:

$$w = 1421,96 N$$

Para la automatización del proceso de impresión añadiremos más componentes a la máquina por lo añadiremos un 100% el peso obtenido para de esta manera corregir cualquier error. Por lo tanto, el peso para realizar los siguientes cálculos será:

$$w = 2843,93 N$$

La Figura 2.3 muestra el diagrama de la viga de la estructura base sometida a carga.

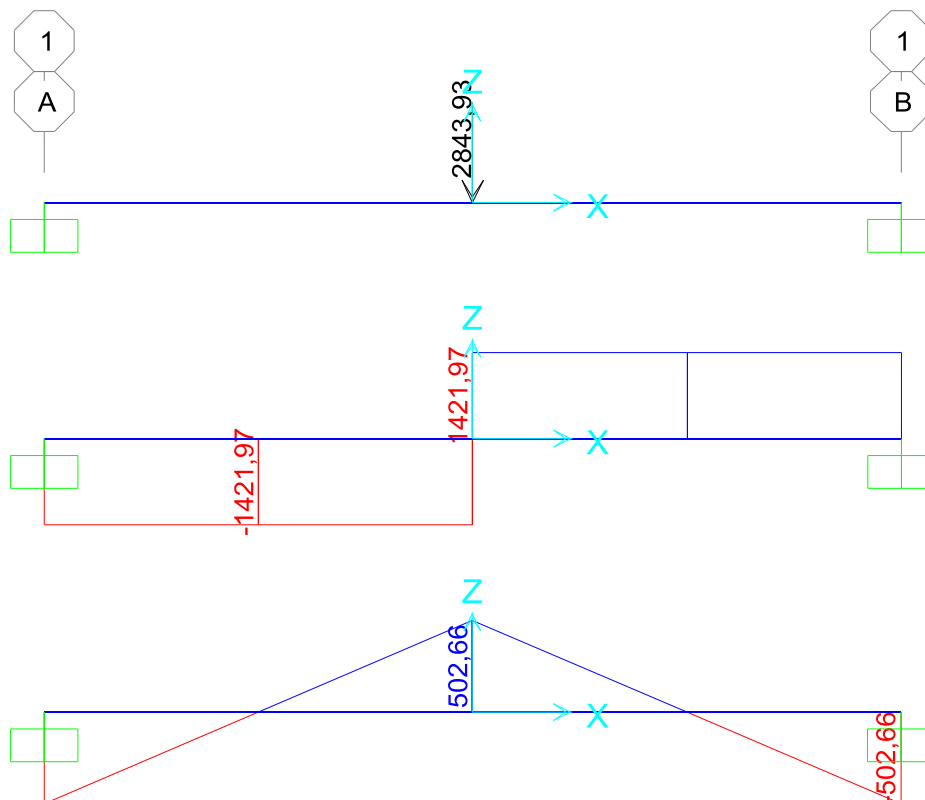


Figura 2.3 Diagrama de la viga de la base sometida a carga

Para determinar el esfuerzo admisible utilizamos la siguiente ecuación:

$$\sigma_{adm} = \frac{S_y}{FS} \quad (2.4)$$

En donde:

σ_{adm} : esfuerzo admisible

S_y : resistencia de fluencia del material acero ASTM A-500 (180 MPa)

FS : factor de seguridad ($FS = 2$)

Remplazando valores obtenemos que:

$$\sigma_{adm} = 90 \text{ MPa}$$

Para determinar el módulo de sección requerido utilizamos la siguiente ecuación:

$$S = \frac{M}{\sigma_{adm}} \quad (2.5)$$

En donde:

S : módulo de sección

M : momento flector en un punto de la viga

Remplazando el momento flector máximo $M = 502,66 \text{ N} \cdot \text{m}$, obtenido de la Figura 2.3 y el esfuerzo admisible obtenemos que:

$$S = 5,59 \text{ cm}^3$$

Para la selección del perfil estructural nos basamos en los siguientes criterios:

- Los perfiles que más se utiliza para este tipo de maquinaria son los perfiles rectangulares o cuadrados, ya que proporcionan más estabilidad.
- En base al módulo de sección obtenido se seleccionará la sección más próxima para que cumpla la siguiente condición: $S_{req} < S_{tabla}$

En el Anexo M se muestra la sección más próxima en base a $S = 5,59 \text{ cm}^3$, cumpliendo la condición: $5,59 \text{ cm}^3 < 6,35 \text{ cm}^3$

Por lo tanto, se elige un tubo estructural rectangular de $80 \times 40 \times 2 \text{ mm}$.

Selección del eje central de rotación

El eje central de rotación se lo elegirá de acuerdo con los siguientes criterios:

- Para la unión del eje a la base se realizará un ensamble mediante soldadura, proporcionando una unión permanente y formando una sola unidad. Con el fin de lograr lo antes mencionado el diámetro del eje debe ser menor a 80 mm (medida del tubo estructural rectangular donde se realizará el proceso de soldadura).
- Fácil maquinado y soldabilidad.

Basándose en estos criterios y asumiendo que las fuerzas que actúan sobre él son mínimas se elige utilizar como eje una barra perforada EN 10294-1 de $\varnothing 75 \text{ mm}$ externo y $\varnothing 40 \text{ mm}$ interno. En el Anexo M se detalla las características de la barra seleccionada.

Diseño de la estructura base

La Figura 2.4 muestra el diseño de la estructura base.

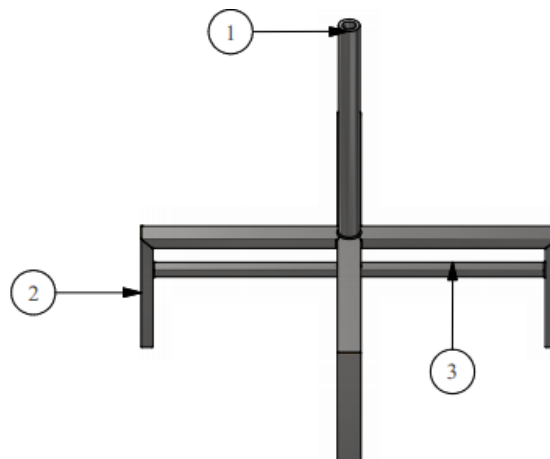


Figura 2.4 Estructura base de la máquina
Fuente:[14]

La Tabla 2.4 muestra los elementos que componen la estructura base.

Tabla 2.4

Lista de piezas que conforman la estructura base

<u>N° Pieza</u>	<u>Nombre de pieza</u>	<u>Cantidad</u>
1	Barra perforada EN 10294-1 de $\varnothing 75$ mm	1
2	Tubo estructural rectangular 80 x 40 x 2 mm	1
3	Tubo estructural rectangular 50 x 30 x 2 mm	1

La Figura 2.5 muestra la vista frontal de la estructura base y el diagrama de cuerpo libre.

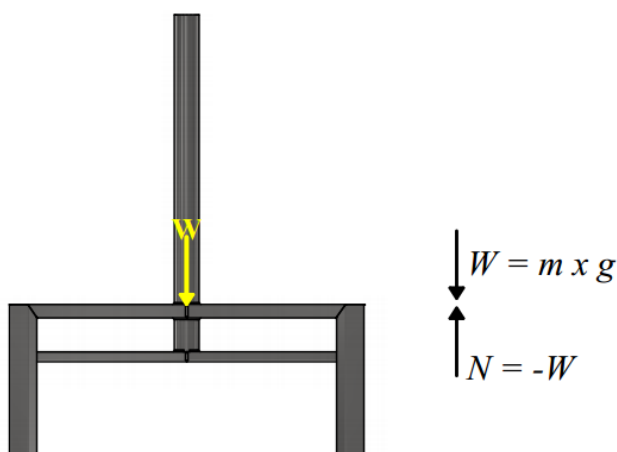


Figura 2.5 Diagrama de cuerpo libre de la estructura base

Fuente:[14]

Remplazando m en la ecuación (2.3) obtenemos un peso de: $w = 2126,14 N$.

Añadiremos un 50% más de peso, debido a que se añadirán más cabezales de impresión

a futuro, por lo tanto: $w = 3189,21 N$.

La normal está dividida en cuatro soportes, por lo tanto, la carga que soporta cada

uno de los elementos es: $w_1 = \frac{1}{4} \cdot N = \frac{1}{4} (3189,21 N) = 797,3 N$.

Análisis de tensión

El análisis de tensión puede ayudarle a encontrar las mejores alternativas de diseño. En las primeras fases de desarrollo del diseño, puede asegurarse de que el diseño

es satisfactorio para el uso esperado sin que se rompa o deforme, la Tabla 2.5 muestra un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 2.5
Resumen de resultados

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	5371860 mm ³	
Masa	42,1691 kg	
Tensión de Von Mises	0,000283468 MPa	185,345 MPa
Primera tensión principal	-21,7341 MPa	124,622 MPa
Tercera tensión principal	-204,716 MPa	26,4152 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,698079 mm
Coefficiente de seguridad	1,88837 su	15 su

Fuente: [14]

Las tensiones y deformaciones tridimensionales se desarrollan en varias direcciones. Una forma habitual de expresar estas tensiones multidireccionales consiste en resumirlas en una tensión equivalente conocida como tensión de Von Mises [17]. La Figura 2.6 muestra la tensión de Von Mises.

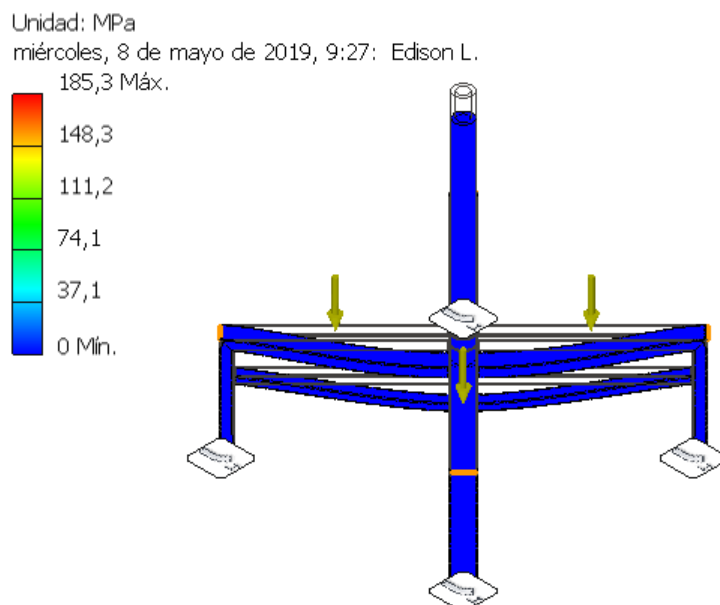


Figura 2.6 Tensión de Von Mises
Fuente:[14]

La deformación es la cantidad de estiramiento que sufre un objeto debido a la carga [17]. La Figura 2.7 muestra los resultados de la deformación.

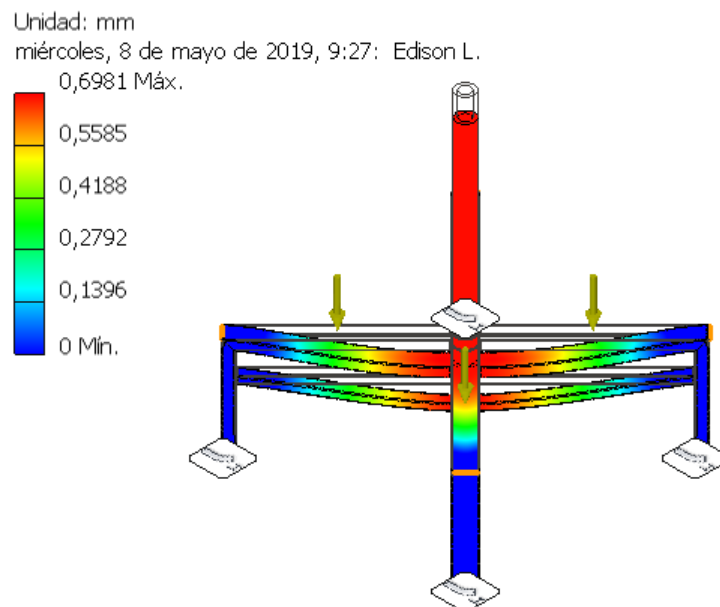


Figura 2.7 Desplazamiento
Fuente:[14]

Todos los objetos tienen un límite de tensión dependiente del material utilizado, lo que se denomina elasticidad del material o resistencia máxima [17].

Los resultados del coeficiente de seguridad señalan inmediatamente áreas de elasticidad potencial. Los resultados de la tensión equivalente se muestran en rojo en las áreas de máxima tensión. Generalmente para el diseño se procura obtener un coeficiente de seguridad entre 2 y 4 según el escenario de carga máxima prevista [17]. La Figura 2.8 muestra los resultados de coeficiente de seguridad.

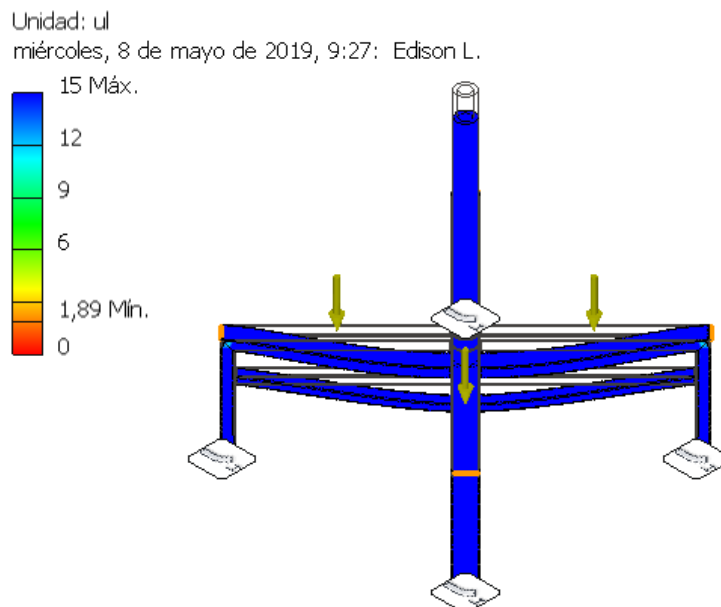


Figura 2.8 Coeficiente de seguridad
Fuente:[14]

2.3.2 BASES DE IMPRESIÓN

La máquina constara de ocho bases de impresión, deben ser giratorias y disponerse alrededor del eje central. Con el objetivo de disminuir la fricción del mecanismo de rotación utilizaremos apoyos denominados cojinetes, se entiende por cojinete el elemento de máquina responsable de posicionar piezas entre sí y de transmitir la fuerza o carga entre las partes fijas y las móviles. Los cojinetes de rodadura (rodamientos) la carga se transmite a través de elementos (bolas, rodillos, agujas) que estn en contacto de rodadura entre dos anillos [18].

La Tabla 2.6 muestra las características de los rodamientos más comunes.

Tabla 2.6
Resumen de las características de rodamientos más comunes

<u>Rodamientos</u>	<u>Rígido de bolas</u>	<u>De agujas</u>	<u>De rodillos cilíndricos</u>	<u>De rodillos cónicos</u>	<u>De rodillos esféricos</u>
<u>Características</u>					
Carga radial	3	3	3	3	4
Carga de empuje	2	1	1	3	2
Carga combinada	2	1	1	3	3
Alta precisión	4		4	3	

Rigidez		3	3	3	
Desalineación angular	3	2	2	2	4
Separabilidad de anillos		Si	Si	Si	
Total	14	10	14	17	13

Valor: 4: Excelente, 3: Bueno, 2: Regular, 1: Malo

Fuente: [18]

En base al análisis la Tabla 2.6, se elige un rodamiento 30212U de rodillos cónicos. El Anexo L destalla las características técnicas del rodamiento seleccionado.

Rotación alrededor de un eje fijo

El movimiento de rotación de un cuerpo rígido se define como aquel donde se mantiene fijo uno de los puntos del mismo, mientras los demás se mueven con respecto a este. Por tanto, las trayectorias que describen son curvas cerradas, círculos cuyo radio está determinado por la distancia al punto de referencia. El cuerpo rígido presenta rotación centroidal ya que se toma como referencia el centro de masa [16]. La Figura 2.9 muestra la base del mecanismo de rotación.

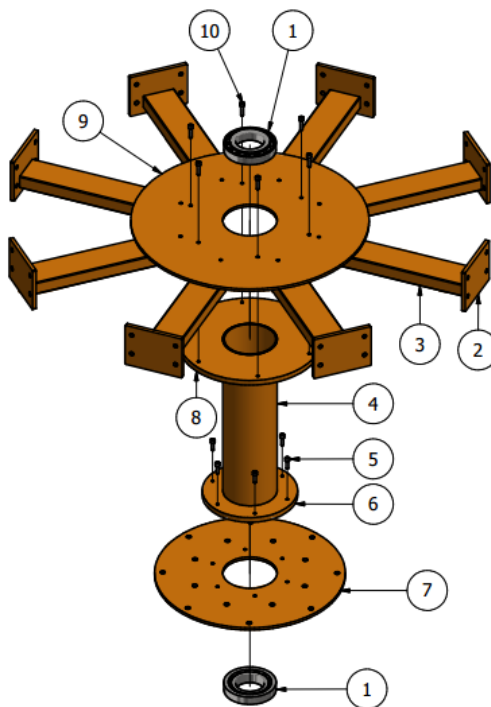


Figura 2.9 Mecanismo de rotación
Fuente: [14]

La Tabla 2.7 muestra las piezas que conforman la base del mecanismo de rotación

Tabla 2.7

Lista de piezas que conforman la del mecanismo de rotación

<u>N° Pieza</u>	<u>Nombre de pieza</u>	<u>Cantidad</u>
1	Rodamiento	2
2	Placa para el ensamble de los brazos	8
3	Base para el ensamblaje de los brazos	1
4	Tubo base	1
5	Tornillos para fijación placa circular inferior	6
6	Placa circular base inferior	1
7	Placa circular inferior	1
8	Placa circular base superior	1
9	Placa circular superior	1
10	Tornillos para fijación placa circular superior	6

El movimiento rotación de las bases se lo realizara de forma manual. Uno de los requisitos para la construcción de la máquina es que sea desarmable. A continuación de describirá las piezas que componen este mecanismo.

El cuerpo del mecanismo es un tubo redondo (4) que en sus extremos soldamos dos placas circulares de acero (6) y (8) en donde se ensamblan las demás piezas, esta pieza se mecanizo en un torno, obteniendo dos agujeros de soporte en sus extremos para el ensamble de los rodamientos (1).

La placa circular de acero (9) se ensambla mediante pernos (5) en la parte superior del cuerpo, en ella se soldaron ocho tubos rectangulares (3), en un extremo de los tubos dispone una placa rectangular (2) en donde se ensambla los brazos mediante pernos.

La placa circular de acero (7) se ensambla mediante pernos (5) a la parte inferior del cuerpo, esta placa es la base en donde se ensambla el mecanismo de nivelación de los brazos.

Soporte de las paletas para la impresión en serigrafía

La Figura 2.10 muestra el diseño de los soportes de las paletas. Los brazos (4) son los soportes de las paletas (8), en cada brazo habrá una paleta en donde se coloca el material para imprimir. Se ensambla al mecanismo de rotación mediante pernos (5). Las paletas conforman el cuerpo impresor, por lo que el soporte debe ser estable y debe estar nivelado para obtener como resultado una impresión uniforme. Por lo que consta de un mecanismo para nivelación del brazo (6) y ajuste de nivel en la paleta en cuatro puntos (1). La paleta se ensambla en el brazo por la ranura (2) y se ajusta su posición por medio de un perno (7)

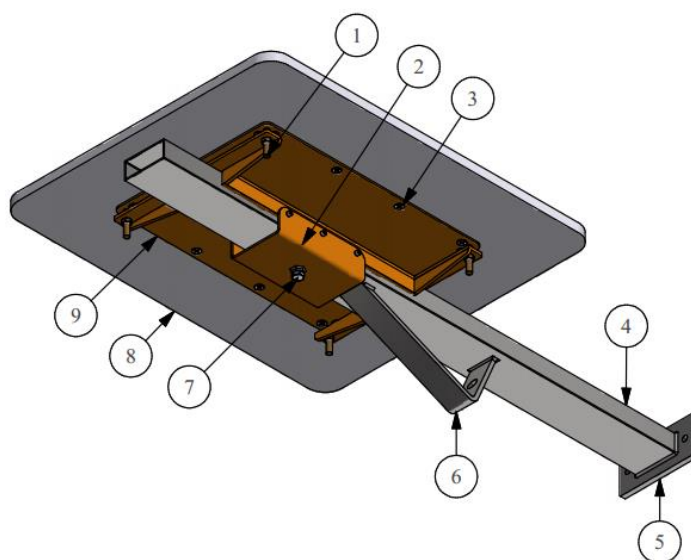


Figura 2.10 Soporte de las paletas para la impresión

Fuente:[14]

La Tabla 2.8 detalla las piezas que conforman el soporte de las paletas.

Tabla 2.8

Lista de piezas que conforman el soporte de las paletas.

<u>N° Pieza</u>	<u>Nombre de pieza</u>	<u>Cantidad</u>
1	Sistema de nivelación de paletas en cuatro puntos	1
2	Base para deslizar la paleta	1
3	Fijación de la paleta por medio de tornillo Drywall	12
4	Brazo soporte de la paleta	1

5	Placa para el ensamblaje en el cuerpo de la máquina	1
6	Sistema de nivelación del brazo	1
7	Perno de ajuste	1
8	Paleta de MDF	1
9	Placa de acero para la fijación de la paleta	1

Paleta para impresión en serigrafía

Es una de las partes fundamentales de todo el proceso de serigrafía. La paleta es una parte de la máquina que está sometida a un mayor estrés físico durante el proceso de estampado, la presión, la rotación, las diferencias de temperatura, etc. Tradicionalmente se pensaba que la mejor solución eran las paletas metálicas macizas y pesadas. Esta percepción esta perpetuada por la capacidad que éstas presentaban frente al estrés físico y las temperaturas elevadas. Sin embargo, presentan ciertos problemas, la inercia generada durante el movimiento creaba un enorme estrés en la máquina para que el movimiento se detuviese y el hecho de mantener temperaturas muy elevadas creaba grandes problemas a los estampadores que trabajaban con tintas a base de agua.

Generalmente las máquinas automatizadas utilizan paletas de aluminio huecas, que resultan más ligeras que la paleta tradicional. Pero su costo es muy elevado.

Las máquinas de construcción artesanal vienen con paletas de madera, con una base metálica que permite el ensamblaje a la máquina. Su costo es bajo.

La paleta consta de una placa base metálica (9) con perforaciones para fijar la paleta de madera mediante tornillos, de esta manera crear una paleta maciza y liviana que resista el estrés físico durante el proceso de impresión.

Cálculo de la carga en los brazos soporte de las paletas

La Figura 2.11 muestra la vista lateral del soporte de las paletas de impresión.

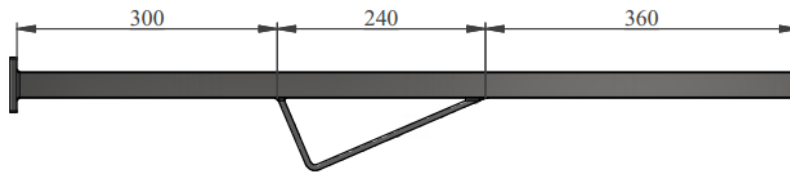


Figura 2.11 Brazo soporte de las paletas
Fuente:[14]

La Figura 3.12 muestra los diagramas del brazo sometido a carga.

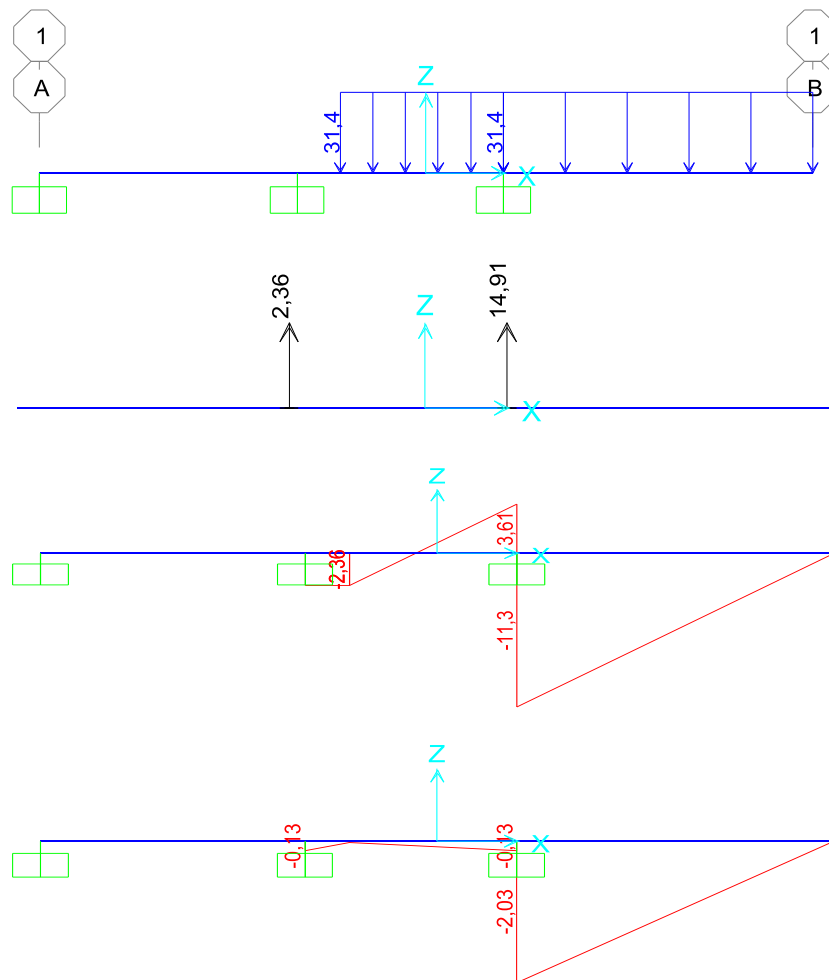


Figura 2.12 Diagrama del brazo sometido a carga

Cálculo del momento de inercia

La masa de las bases de impresión la determinamos mediante el diseño realizado en un software CAD-CAM, obteniendo una masa aproximada de: $M = 152,1 \text{ kg}$.

El radio depende del tamaño de las paletas y estas depende del formato del diseño que se va a imprimir, normalmente se trabaja con los formatos A4 y A3 para imprimir en camisetas, por lo tanto, el radio es aproximadamente $R = 1,5 \text{ m}$. Esta distancia me asegura que las paletas se ensamblaran sin ningún inconveniente.

Para determinar el momento de inercia utilizamos la siguiente formula.

$$I_C = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2 \quad (2.6)$$

En donde:

I_C : momento de inercia de un disco

M : masa $m = 152,1 \text{ kg}$

R : radio $R = 1,5 \text{ m}$

Remplazando valores obtenemos que:

$$I_C = 171,1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

2.3.3 CABEZAL DE IMPRESIÓN

El cabezal de impresión es la parte más importante de la máquina. La Figura 2.13 muestra el diseño que se plantea como solución y los elementos que lo componen.

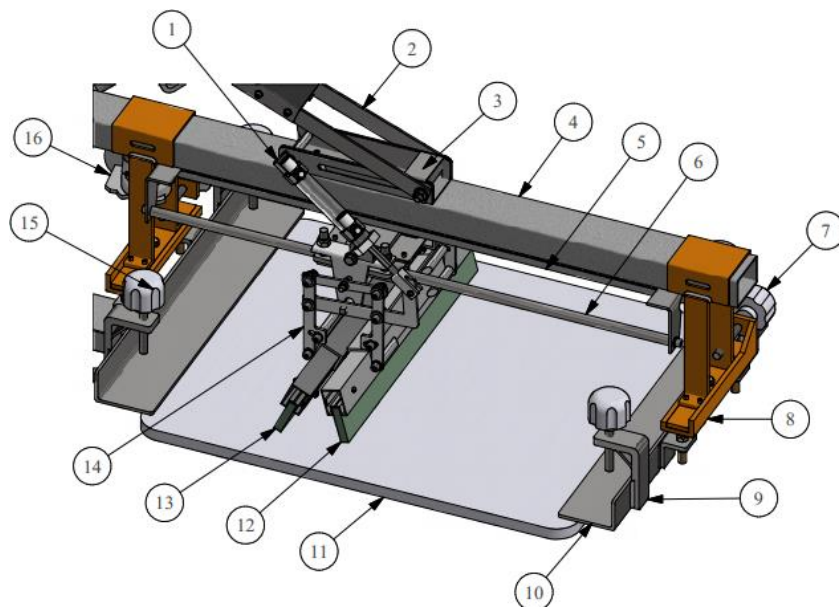


Figura 2.13 Diseño del cabezal de impresión
Fuente:[14]

La Tabla 2.9 detalla los componentes del cabezal de impresión.

Tabla 2.9
Lista de piezas que conforman el cabezal de impresión

<u>N° Pieza</u>	<u>Nombre de pieza</u>	<u>Cantidad</u>
1	Cilindro neumático	1
2	Sistema central de elevación del cabezal de impresión	1
3	Seguro del sistema central de elevación del cabezal de impresión	1
4	Tubo base del cabezal de impresión	1
5	Banda dentada	1
6	Eje	2
7	Perilla de registro	2
8	Registro desplazamiento horizontal	2
9	Sujeción de perilla para la fijación del marco	4
10	Porta marcos	2
11	Base de impresión	1
12	Rasqueta de impresión	1
13	Rasqueta de preimpresión	1
14	Eslabón rígido	2
15	Perrilla para fijación de la matriz	4
16	Motor	1

Rasqueta para serigrafía

La dimensión de la rasqueta depende el área interna del marco, en el capítulo I se menciona algunos aspectos importantes para el dimensionamiento. La Figura 2.14 muestra las dimensiones del marco y rasqueta.

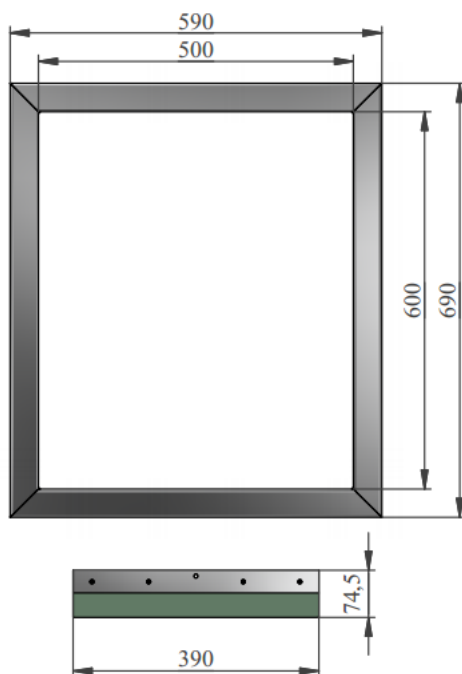


Figura 2.14 Dimensiones de marco y rasqueta para serigrafía
Fuente:[14]

La rasqueta está constituida por dos elementos el mango (1) y la goma de poliuretano (3) que va insertada en la ranura. Los pernos (2) sirven para realizar el apriete, con el propósito de que la goma que de sujeta de tal manera que el proceso de impresión y preimpresión se desarrollen de la forma óptima. La Figura 2.15 muestra la rasqueta para serigrafía.

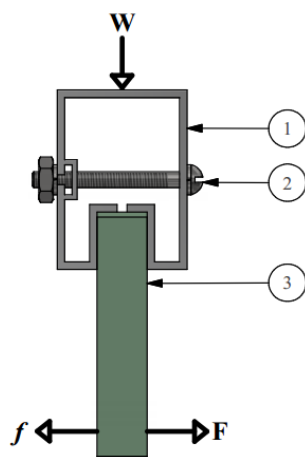


Figura 2.15 Diseño de la rasqueta
Fuente:[14]

La Tabla 2.10 muestra los elementos que conforman la rasqueta.

Tabla 2.10

Lista de piezas que conforman la rasqueta

<u>N° Pieza</u>	<u>Nombre de pieza</u>	<u>Cantidad</u>
1	Perfil de aluminio	1
2	Pernos de ajuste	4
3	Goma de poliuretano	1

Resistencia al desplazamiento

Es la resistencia ofrecida por un cuerpo a ser arrastrado sobre una superficie. Para realizar la impresión la rasqueta es arrastrada por la malla tanto para el movimiento de preimpresión e impresión. La Figura 2.15 las fuerzas que actúan al momento de realizar una impresión.

Para obtener la carga sobre la rasqueta, vamos a referenciarlos en los estudios que se realizaron en proyectos anteriores a este. La Tabla 2.11 muestra los resultados que se obtuvieron.

Tabla 2.11

Carga ejercida sobre la rasqueta

<u>Interacción</u>	<u>Carga (lb)</u>
1	3,5
2	3,7

3	3,4
4	3,4
5	3,5
Promedio	3,5

Fuente: [2]

Como resultado tenemos un promedio de: $m = 3,5 \text{ lb}$

Para cubrir cualquier error, vamos a añadir un 100% al resultado obtenido. Por lo tanto: $m = 7 \text{ lb} = 3,2 \text{ kg}$

Utilizando la ecuación (2.3) determinamos la fuerza: $w = 31,4 \text{ N}$

Ecuación fundamental de la dinámica en plano horizontal [19]:

$$F = w + f \quad (2.7)$$

$$f = \mu_S \cdot w \quad (2.8)$$

En donde:

F : fuerza necesaria para realizar el trabajo (N)

f : resistencia ofrecida

w : peso (N)

μ_S : coeficiente de fricción estática $\mu_S = 0,85$ [2]

Remplazando valores tenemos que:

$$f = 26,7 \text{ N}$$

$$F = 58,1 \text{ N}$$

Sistema de guiado por eje

Para realizar los movimientos de impresión y preimpresión utilizamos un mecanismo guiado por dos ejes. Este mecanismo utiliza dos rasquetas (4) y (5) las cuales me sirven para realizar la impresión y preimpresión. Las rasquetas funcionan

alternadamente por medio de un mecanismo de palanca de primer género, el eslabón rígido (3) se comunica con el par cinemático (2) generando el movimiento. El cilindro neumático (1) proporciona la fuerza necesaria para realizar la impresión, su vástago ensamblado al mecanismo de palanca de primer género y con sujeción mediante brida delantera oscilante, me permite utilizar alternadamente las rasquetas. La fijación de las rasquetas es mediante pernos, de esta manera el montaje y desmontaje sea rápido (6). Las chumaceras (7) permite acoplar un rodamiento para que el eje rote y transmita movimiento y fuerza los dos mecanismos de palanca de primer género. La varilla roscada (8) fijada en la placa base (9) me permite regular la altura de las rasquetas. La Figura 2.16 muestra el diseño del mecanismo realizado en un software CAD.

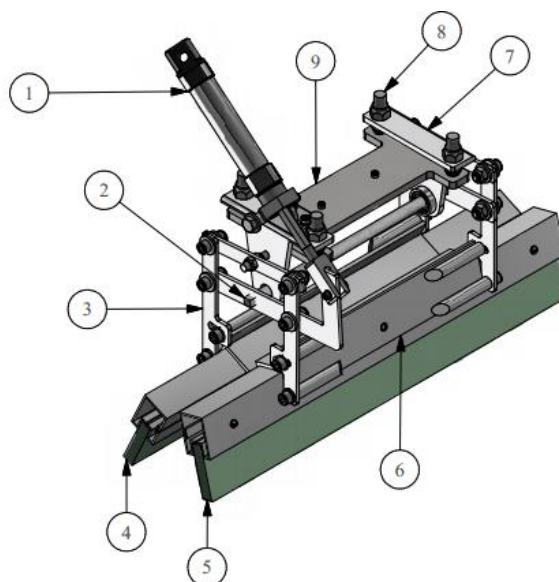


Figura 2.16 Carro de impresión
Fuente:[14]

La Tabla 2.12 muestra los componentes que conforman el carro de impresión.

Tabla 2.12
Componentes que conforman el carro de impresión

<u>N° Pieza</u>	<u>Nombre de pieza</u>	<u>Cantidad</u>
1	Cilindro neumático	1
2	Eje de conexión (3)	1
3	Mecanismo de movimiento alternativo	2
4	Rasqueta de preimpresión	1

5	Rasqueta de impresión	1
6	Porta rasquetas	2
7	Chumacera	2
8	Ajuste de altura	2
9	Base	1

Cálculo del diámetro de los ejes

La carga estática está suspendida en los laterales, por lo tanto, se asume que los dos ejes soportaran por igual la fuerza vertical. La Figura 2.17 muestra el diagrama de cuerpo libre

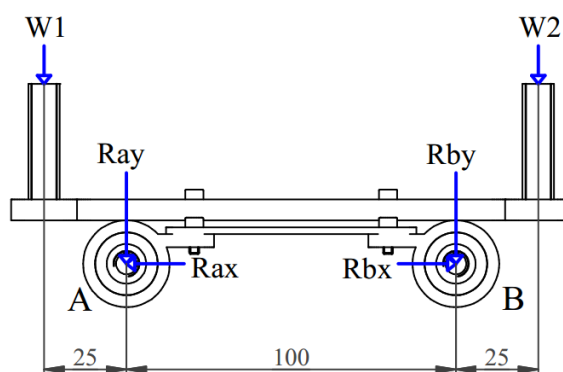


Figura 2.17 Cargas que actúan sobre los ejes
Fuente:[14]

W_1 : peso porta rasquetas lado derecho

W_2 : peso porta rasquetas lado izquierdo

R_{ax}, R_{bx} : cargas en las componentes x que se producen en el eje

R_{ay}, R_{by} : cargas en las componentes y que se producen en el eje

La masa aproximada del carro de impresión es $m = 4,09 \text{ Kg}$. Para calcular el peso utilizamos la ecuación (2.2), reemplazando valores se obtiene como resultado que:

$$W_1 = W_2 = 4,09 * 9,81 = 40,12 \text{ N}$$

La Figura 2.18 muestra el diagrama de cuerpo libre del carro de impresión y las reacciones en sus apoyos.

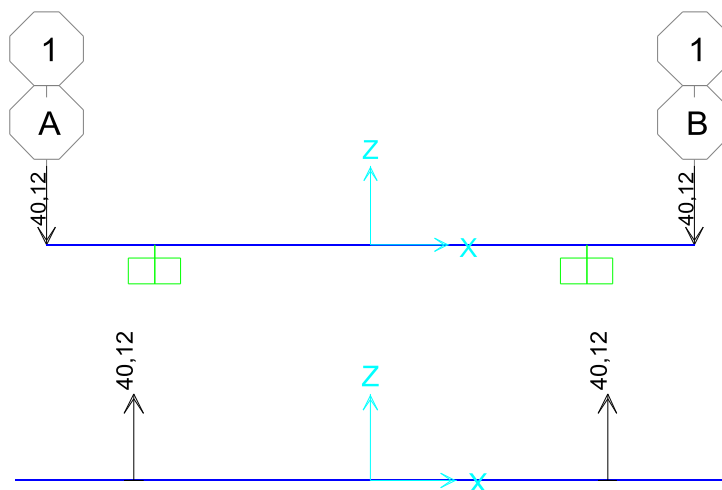


Figura 2.18 DCL y las reacciones en sus apoyos

La Figura 2.18 muestra las reacciones en los puntos $R_a = R_b = 40,12 \text{ N}$.

La longitud de los ejes depende de las medidas de los marcos que se va a utilizar la medida interna del marco es de 600 mm , a esta medida le aumentaremos unos 40 mm de cada lado debido a que utilizaremos dos rasquetas para imprimir. Por lo tanto, la longitud de los ejes será: $L = 680 \text{ mm}$, y la carga que soporta el eje será: $w = F = 40,12 \text{ N}$.

Las cargas puntuales máximas que soporta el eje se producen cuando el carro de impresión este situado en la mitad del eje. La Figura 2.19 muestra los esfuerzos aplicados.

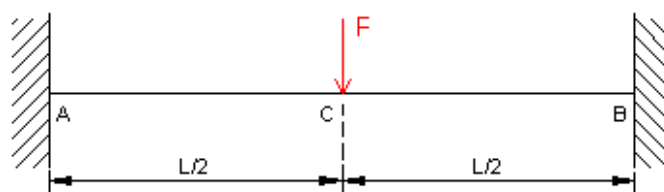


Figura 2.19 Viga biempotrada con carga puntual en la sección central

Las vigas empotradas son vigas hiperestáticas, de 4 incógnitas. Se trata de un sistema hiperestático de segundo grado, con cuatro incógnitas y dos ecuaciones de equilibrio, además, se deben considerar las ecuaciones de compatibilidad de las deformaciones. Para determinar las reacciones utilizamos la siguiente ecuación [20]:

$$R_{A1} = R_{B1} = \frac{F}{2} \quad (2.9)$$

Remplazando obtenemos que:

$$R_{A1} = R_{B1} = 20,06 \text{ N}$$

Para determinar los esfuerzos cortantes utilizamos las siguientes ecuaciones [20]:

$$V_{AC1} = \frac{F}{2} \quad (2.10)$$

$$V_{CB1} = -\frac{F}{2} \quad (2.11)$$

Remplazando valores obtenemos:

$$V_{AC1} = 20,06 \text{ N}$$

$$V_{CB1} = -20,06 \text{ N}$$

Para determinar los momentos flectores utilizamos las siguientes ecuaciones [20]:

$$M_{A1} = M_{B1} = -\frac{FL}{8} \quad (2.12)$$

$$M_{C1} = \frac{FL}{8} \quad (2.13)$$

$$M_{AC1} = \frac{FL}{8 \left(\frac{4x}{L} - 1 \right)} \quad (2.14)$$

Remplazando valores obtenemos:

$$M_{A1} = M_{B1} = -3,41 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{C1} = 3,41 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{AC1} = 3,41 \text{ Nm}$$

La muestra Figura 2.20 los diagramas del eje con una carga puntual en la sección central.

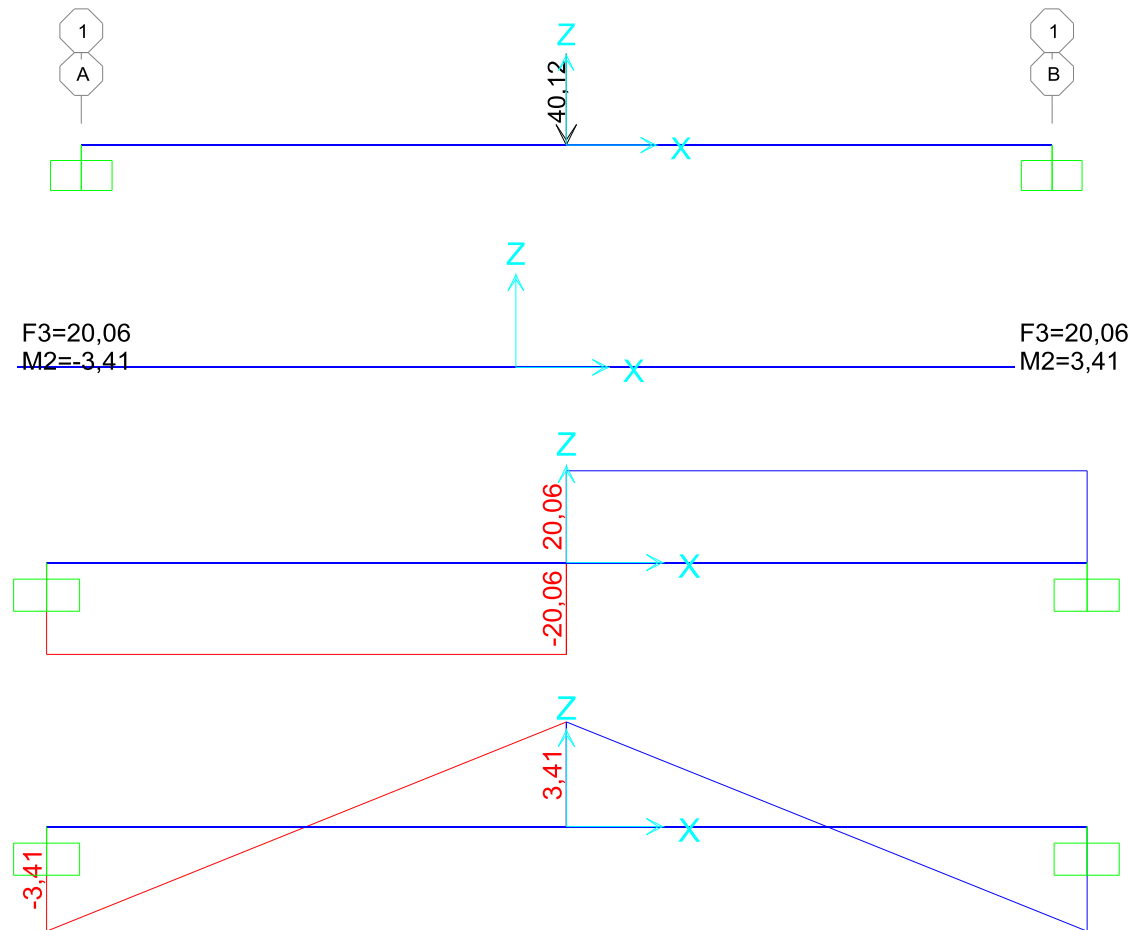


Figura 2.20 Diagrama del eje sometido a carga.

Las cargas puntuales mínimas que soporta el eje se producen cuando el carro de impresión este situado en los extremos del eje. La Figura 2.21 muestra los esfuerzos aplicados.

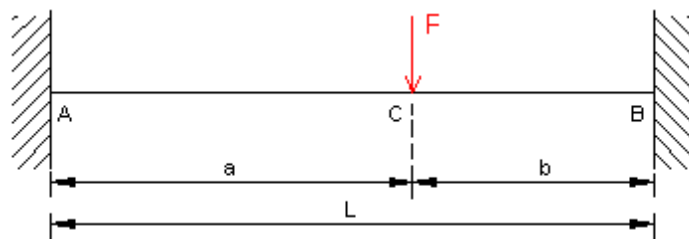


Figura 2.21 Viga biempotrada con carga puntual en el extremo

Para determinar las reacciones utilizamos las siguientes ecuaciones [20]:

$$R_{A2} = \frac{Fb^2}{L^3(L + 2a)} \quad (2.15)$$

$$R_{B2} = \frac{Fa^2}{L^3(L + 2b)} \quad (2.16)$$

En donde

a : distancia al punto a $a = 0,62 \text{ m}$

b : distancia al punto b $b = 0,05 \text{ m}$

Remplazando valores obtenemos: y

$$R_{A2} = 0,619 \text{ N}$$

$$R_{b2} = 39,5 \text{ N}$$

Para determinar los esfuerzos cortantes utilizamos las siguientes ecuaciones [20]:

$$V_{AC2} = \frac{Fb^2}{L^3(L + 2a)} \quad (2.17)$$

$$V_{CB2} = -\frac{Fa^2}{L^3(L + 2b)} \quad (2.18)$$

Remplazando valores obtenemos:

$$V_{AC2} = 0,619$$

$$V_{CB2} = -39,5 \text{ N}$$

Para determinar los momentos flectores utilizamos las siguientes ecuaciones [20]:

$$M_{AC2} = \frac{Fb^2}{L^3(Lx + 2ax - aL)} \quad (2.19)$$

$$M_{CB2} = \frac{Fa^2}{L^3(Lb + L^2 - 2bx)} \quad (2.20)$$

$$M_{A2} = -\frac{Fab^2}{L^2} \quad (2.21)$$

$$M_{B2} = -\frac{Fa^2b}{L^2} \quad (2.22)$$

$$M_{C2} = -\frac{2Fa^2b^2}{L^3} \quad (2.23)$$

Remplazando valores obtenemos:

$$M_{AC2} = -0,137 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{CB2} = -7,69 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{A2} = -0,137 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{B2} = -1,72 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{C2} = 0,253 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Deflexión

Es la acción ejercida sobre un material por una fuerza perpendicular al mismo, la cual tiende a curvar la pieza. El eje guía juega un papel importante para obtener como resultado una impresión uniforme. La flecha es una consecuencia de la deflexión que se produce en una pieza, como consecuencia de su propio peso, de una o varias cargas [19]. Para los cálculos siguientes solo se tomará en cuenta la carga que soporta el eje debido a que la deflexión por el peso es despreciable. La deformación máxima no debe exceder de 0,25 mm [2]. Para calcular la flecha máxima del eje utilizaremos la siguiente fórmula [21]:

$$y_{\text{máx}} = \frac{FL^3}{192EI} \quad (2.24)$$

En donde:

$y_{\text{máx}}$: flecha máxima (mm)

$E = 210 \text{ GPa}$ (Módulo de elasticidad del acero)

L : longitud del eje (mm)

Para determinar el diámetro del eje reemplazamos la ecuación (2.51) en (2.24) y despejamos d . Obteniendo como resultado: $d = 12,6 \text{ mm}$.

Trataremos de ser lo más conservadores posible, por lo tanto, el eje guía será una varilla liza de acero de $d = 12 \text{ mm}$, el acero plata se lo utiliza en la fabricación de herramientas y piezas de precisión, como guías y vástagos. Sus propiedades mecánicas mínimas estimadas se muestran en el Anexo E.

$$S_y = 580 - 610 \text{ MPa} \quad S_{ut} = 730 - 770 \text{ MPa}$$

En donde:

S_y : resistencia a la fluencia

S_{ut} : resistencia a la rotura a tracción

Comprobación de los ejes a fatiga

De la fluctuación de las cargas se obtiene [2]:

$$M_m = \frac{M_{C1} + M_{B2}}{2} \quad (2.25)$$

$$M_a = \left| \frac{M_{C1} - M_{B2}}{2} \right| \quad (2.26)$$

$$V_m = \frac{V_{CB1} + V_{CB2}}{2} \quad (2.27)$$

$$V_a = \left| \frac{V_{CB1} - V_{CB2}}{2} \right| \quad (2.28)$$

Remplazando valores se obtiene:

$$M_m = 0,71 \text{ N} - m$$

$$M_a = 2,71 \text{ N} - m$$

$$V_m = -29,65 \text{ N}$$

$$V_a = 9,59 \text{ N}$$

Por lo tanto [22]:

$$\sigma_m = \frac{M_m * c}{I} = \frac{32M_m}{\pi d^3} \quad (2.29)$$

$$\sigma_a = \frac{M_a * c}{I} = \frac{32M_a}{\pi d^3} \quad (2.30)$$

$$\tau_m = \frac{V_m}{A} \quad (2.31)$$

$$\tau_a = \frac{V_a}{A} \quad (2.32)$$

En donde:

σ_a : componente de la amplitud

σ_m : componente del esfuerzo medio

τ_a : cortante directa amplitud

τ_m : cortante directo medio

A: Area $A = 1,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Remplazando valores se obtienen los siguientes resultados:

$$\sigma_m = 4,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = 15,95 \text{ Mpa}$$

$$\tau_m = -0,26 \text{ MPa}$$

$$\tau_a = 0,085 \text{ MPa}$$

Para determinar el límite de fatiga utilizaremos la siguiente ecuación [22]:

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S'_e \quad (2.33)$$

En donde [22]:

$k_a = 0,835$ (factor de modificación por la condición superficial)

$k_b = 1,051$ (factor de modificación por el tamaño de elemento no rotatorio)

$k_c = 1$ (factor que modificación por la carga)

$k_d = 1$ (factor de modificación por la temperatura)

$k_e = 0,753$ (factor de confiabilidad)

$k_f = 1$ (factor de modificación de efectos varios)

$S'_e = 0,5 * S_{ut}$ (límite de resistencia a la fatiga)

S_e : límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de la máquina en la geometría y condición de uso

Remplazando los valores tenemos como resultado:

$$S_e = 232,05 \text{ MPa}$$

Para determinar el coeficiente de seguridad utilizaremos el criterio de Soderberg

[22]:

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y} = \frac{1}{n} \quad (2.34)$$

En donde:

n : factor de seguridad

Despejando y remplazando los valores tenemos como resultado.

$$n = 13,2$$

El factor de seguridad obtenido es elevado, pero con las medidas utilizadas en los cálculos, la deformación de los ejes es mínima, por lo tanto, este parámetro indica la elección final de los ejes. Para verificar los cálculos realizaremos un análisis de la

estructura con el software de diseño 3D. La Figura 2.22 muestra el resultado de la simulación.

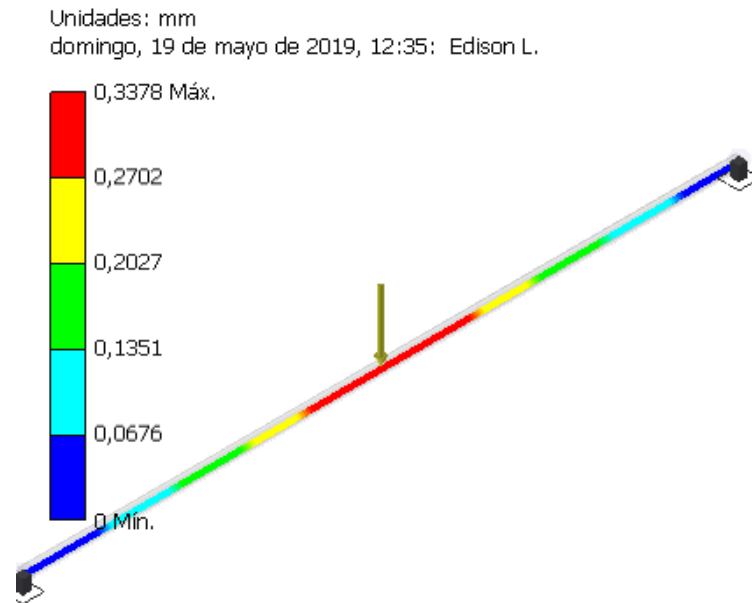


Figura 2.22 Resultado de la simulación, desplazamiento

Como podemos observar tenemos un desplazamiento máximo de $0,3378 \text{ mm}$, un valor muy cercano a la deflexión máxima que asignamos para realizar los cálculos.

Tensión normal máxima

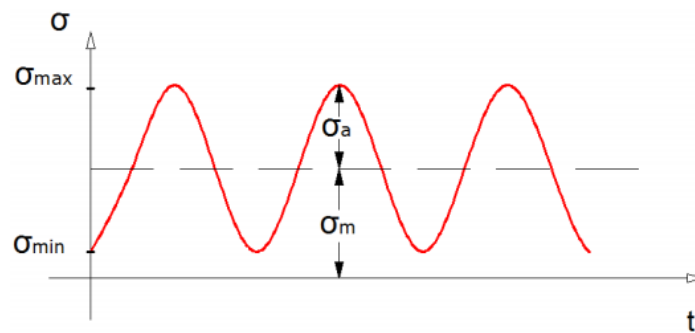


Figura 2.23. Esfuerzos fluctuantes
Fuente: [2]

De la Figura 2.23 la tensión normal máxima es:

$$\sigma_{\max} = \sigma_a + \sigma_m \quad (2.35)$$

Remplazando valores obtenemos:

$$\sigma_{max} = 20,1 \text{ MPa}$$

La Figura 2.24 muestra tensión normal máxima resultado de la simulación realizada en un software de diseño 3D.

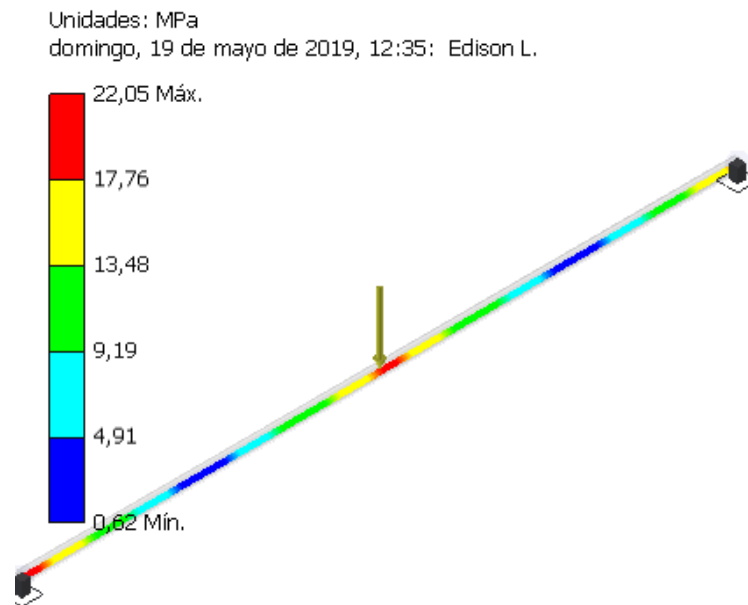


Figura 2.24 Tensión normal máxima
Fuente: [14]

Curvas de convergencia

Para calcular los esfuerzos equivalentes según Von Mises utilizamos las siguientes ecuaciones [2]:

$$\sigma_{Eq.m} = \sqrt{\sigma_m^2 + 3 * \tau_m^2} \quad (2.36)$$

$$\sigma_{Eq.a} = \sqrt{\sigma_a^2 + 3 * \tau_a^2} \quad (2.37)$$

Remplazando valores tenemos que:

$$\sigma_{Eq-m} = 4,18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Eq-a} = 15,95 \text{ MPa}$$

La Figura 2.25 muestra el trazado de convergencia de la simulación, utilizando como componente de resultado la tensión de Von Mises.

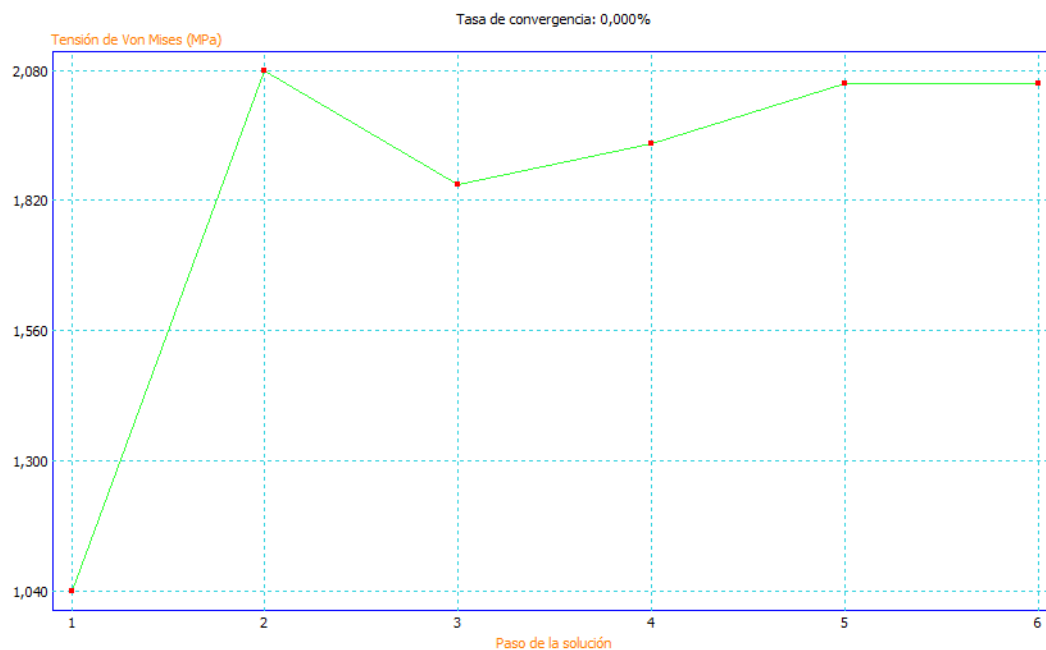


Figura 2.25 Trazado de convergencia de la simulación
Fuente:[14]

Como resultado tenemos que la tensión de Von Mises se estabiliza a los 6 ciclos de refinado para la convergencia, como una tensión de Von Mises aproximada de: 2 MPa .

Selección del rodamiento lineal

El rodamiento lineal sirve como medio para que el carro de impresión se desplace de mejor manera, con un mínimo de fricción y desgaste. Para la selección vamos a tomar a referencia el diámetro del eje. Por lo tanto, se elige un rodamiento lineal de bolas LM-12-UU. Las características técnicas del rodamiento lineal se encuentran en el Anexo F.

Cálculo de la duración de vida

La carga del carro en vertical con respecto a ambos ejes es de 40,12 N. Ya que la carga está uniformemente repartida entre los cuatro rodamientos lineales, se deduce una carga por rodamiento de:

$$F_m = \frac{F}{4} = \frac{40,12 \text{ N}}{4} = 10,03 \text{ N}$$

En donde:

F_m : carga dinámica equivalente (para cada rodamiento)

Para calcular la duración de vida de rodamiento lineal LM12UU seleccionado utilizaremos la siguiente ecuación [23]:

$$L = \left(\frac{C}{F_m} \cdot f_H \cdot f_t \cdot f_s \right)^3 \cdot 10^5 \quad (2.38)$$

En donde:

L : duración de vida (m)

C : capacidad de carga dinámica $C = 42 \text{ kgf}$ (Anexo F)

F_m : carga dinámica equivalente

f_H : factor de dureza $f_H = 1$

f_t : factor de temperatura $f_t = 1$ (temperatura de servicio entre 0°C y 80°C)

f_s : factor para carrera corta $f_s = 1$ (no existen carreras cortas)

Para determinar el factor de dureza f_H utilizamos el diagrama de la Figura 2.26.

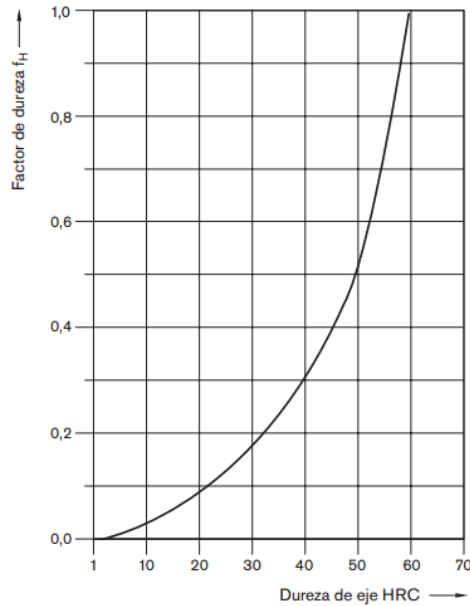


Figura 2.26 Diagrama del factor dureza f_H .
Fuente: [23]

La dureza de eje acero plata es de 65 HRC (Anexo E), por lo tanto, según el diagrama:

$$f_H = 1$$

Remplazando los valores obtenemos que:

$$L = 4,12 \times 10^6 \text{ m}$$

La duración de vida en horas de servicio puede calcularse según la siguiente ecuación:

$$L_h = \frac{L}{2 \cdot s \cdot n_s \cdot 60} \quad (2.39)$$

En donde:

L_h : duración de vida (h)

s : longitud de carrera (m)

n_s : frecuencia de carrera (min) el carro de mueve a lo largo de una longitud de carrera de $s = 0,58 \text{ m}$, con una frecuencia de carrera de $n_s = 6 \text{ carreras dobles/min}$

Remplazando valores obtenemos que:

$$L_h \approx 9833,51 \text{ h}$$

Mecanismo palanca de primer género

Utilizamos un mecanismo de palanca de primer género, debido a que su punto de apoyo se localiza entre la fuerza aplicada y la carga. Este mecanismo se servirá para utilizar las rasquetas de impresión y preimpresión alternadamente.

Para realizar la impresión necesitamos aplicar una fuerza de $F = 31,4 \text{ N}$. Para calcularla fuerza de entrada utilizamos la siguiente ecuación [24]:

$$F_e = \frac{F_s \cdot d_s}{d} \quad (2.40)$$

En donde:

F_e : fuerza de entrada (N)

F_s : fuerza de salida $F_s = 31,4 \text{ N}$

d_s : distancia de salida $d_s = 45 \text{ mm}$

d : distancia total $d = 85 \text{ mm}$

Remplazando valores obtenemos que la fuerza que debe aplicar el cilindro es:

$$F_e = 16,6 \text{ N}$$

Cinemática del mecanismo palanca de primer género

Determinación del grado de libertad o movilidad

Para determinar la movilidad del mecanismo utilizamos el criterio de Kutzbach-Gruebler [25]:

$$M = 3(L - 1) - 2J_1 - J_2 \quad (2.41)$$

En donde:

M : grados de libertad o movilidad

L : número de eslabones $L = 6$

J_1 : número de juntas de 1 GDL $J_1 = 7$

J_2 : número de juntas de 2 GDL $J_2 = 0$

La Figura 2.27 muestra el diagrama cinemático del mecanismo.

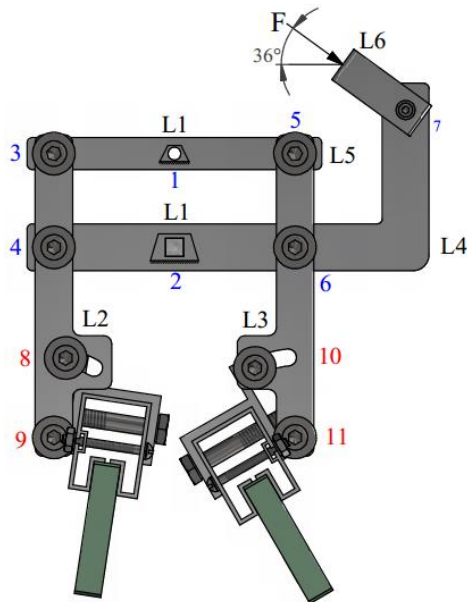


Figura 2.27 Diagrama cinemático
Fuente:[14]

Remplazando valores obtenemos que:

$$M = 1$$

Lo que significa que el mecanismo tiene un movimiento de rotación pura. El mecanismo posee un punto (centro de rotación) que no tiene movimiento con respecto al marco de referencia “estacionario”. Todos los demás puntos del mecanismo describen arcos alrededor del centro. Una línea de referencia trazada en el cuerpo a través del centro cambia sólo su orientación angular [25].

Modificación de ángulo de la rasqueta

Las juntas (8), (9), (10) y (11) de la Figura 2.27 son las juntas que me permiten modificar el ángulo de las rasquetas. El ángulo de inclinación de las rasquetas se lo puede modificar desde los 50° a 80° con respecto a la horizontal.

La determinación de los ángulos varía según el soporte a imprimir. En el caso de la tela varía de acuerdo al material. Generalmente la rasqueta de preimpresión tiene un ángulo de inclinación aproximado de 50° , este ángulo permite la distribución de la tinta sobre la matriz. El ángulo de la rasqueta de impresión es mayor a 50° para que la tinta pase al soporte.

2.3.4 SISTEMA DE ELEVACIÓN CENTRAL DEL CABEZAL DE IMPRESIÓN

La elevación del cabezal de impresión me permite cambiar de estación de trabajo y realizar el movimiento de preimpresión. La Figura 2.28 muestra los elementos que componen el sistema de elevación central del cabezal de impresión.

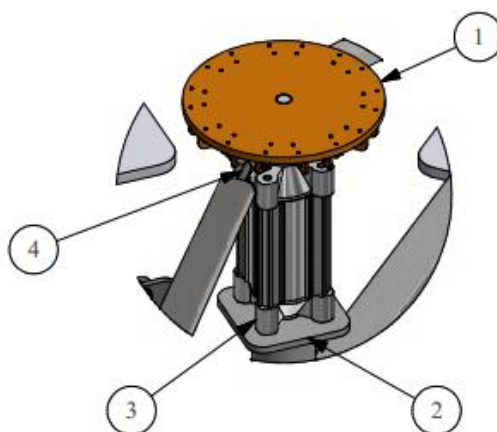


Figura 2.28 Mecanismo de elevación central del cabezal de impresión
Fuente:[14]

La Tabla 2.13 detalla los elementos que componen el sistema de elevación central de los cabezales.

Tabla 2.13

Lista de piezas del sistema de elevación central del cabezal de impresión

<u>N° Pieza</u>	<u>Nombre de pieza</u>	<u>Cantidad</u>
1	Placa circular de acero	1
2	Sujeción por brinda trasera del cilindro neumático	1
3	Cilindro neumático	1
4	Tirante del cabezal de impresión	2

Cálculo de la carga del tirante del cabezal de impresión

El tirante (4) es el elemento que conecta el cabezal de impresión con la placa circular (1) ensamblada al cilindro neumático (3) colocado en la parte superior de la máquina mediante la brinda trasera (2).

Para determinar la carga realizamos un diagrama de cuerpo libre del cabezal de impresión. La Figura 2.29 muestra los componentes del cabezal de impresión y las distancias para realizar el diagrama de cuerpo libre.

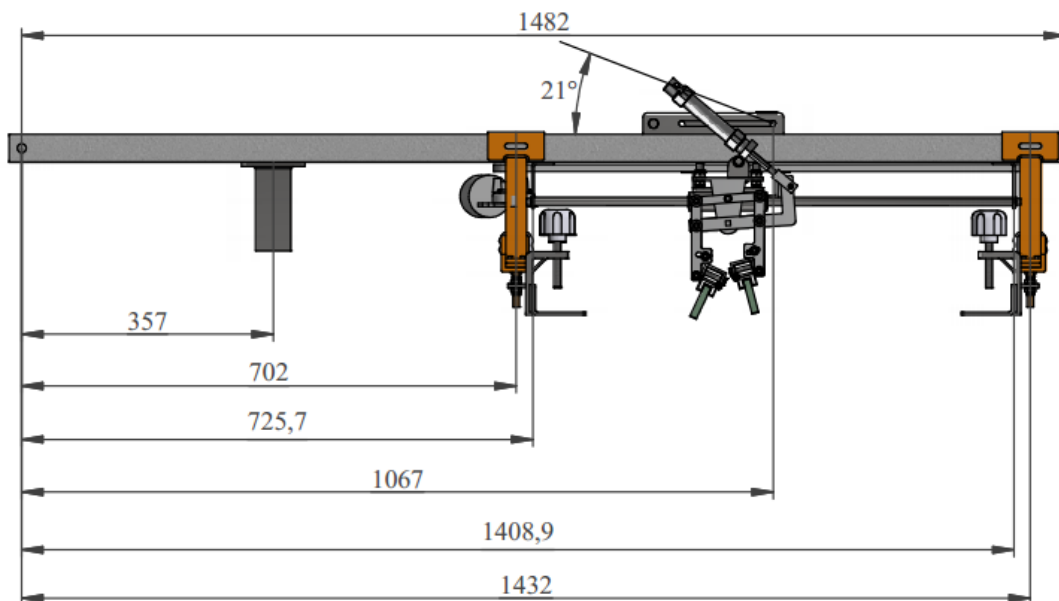


Figura 2.29 Distancias de los elementos en el cabezal de impresión
Fuente:[14]

La Figura 2.30 muestra el diagrama de cuerpo libre la base del cabezal de impresión con los pesos de sus componentes.

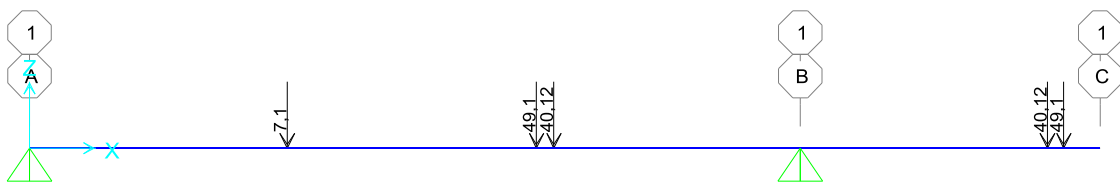


Figura 2.30 Diagrama de cuerpo libre de la base del cabezal de impresión

La Figura 2.31 muestra las reacciones en los apoyos del cabezal de impresión.



Figura 2.31 Reacciones en los apoyos

De acuerdo a la Figura 2.31 se obtiene que:

$$R_{Ax} = R_{Bx} = 0 \text{ N}$$

$$R_{Ay} = 4,69 \text{ N}$$

$$R_{By} = 180,85 \text{ N}$$

De acuerdo con la Figura 2.29, el tirante, la base del cabezal de impresión y el sistema de elevación central del cabezal forman un triángulo rectángulo. El ángulo de 21° formado por el tirante y la base del cabezal me permite encontrar la tensión a la que está sometido el tirante. Por lo tanto, utilizando el teorema de Pitágoras obtenemos:

$$T_{\text{tirante}} = 504,65 \text{ N}$$

La Figura 2.32 muestra el diagrama de cuerpo libre de la placa circular de acero con las componentes de la tensión del tirante en sus extremos.

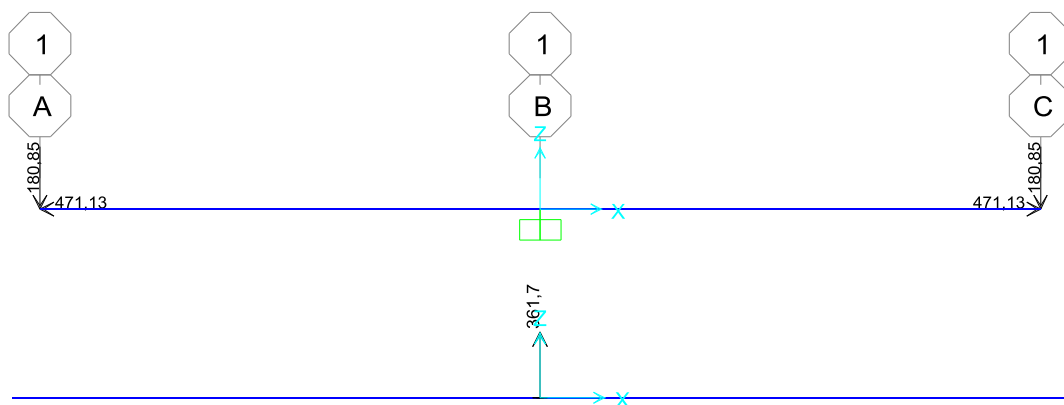


Figura 2.32 Diagrama de la placa circular de acero sometida a carga.

La placa circular de acero va ensamblada al vástago del cilindro. Por lo tanto, la reacción $R_B = 361,7 N$, es la carga en el vástago del cilindro. A este resultado lo triplicamos debido a que el diseño se lo está realizando para seis cabezales de impresión, también se le sumara el peso de la placa circular. Por lo tanto, obtenemos que:

$$W_T = (R_B * 3) + W_P \quad (2.42)$$

En donde:

W_T : Carga del cilindro del cabezal de impresión

W_P : Peso de la placa de acero $W_P = 187,4 N$

Remplazando valores obtenemos que:

$$W_T = 1272,5 N$$

2.4 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CIRCUITO ELECTRONEUMÁTICO

2.4.1 SELECCIÓN DEL CILINDROS NEUMÁTICOS

Cilindro del cabezal de impresión

Una vez determinada la fuerza necesaria para desplazar las rasquetas procedemos a calcular el diámetro del embolo del cilindro neumático con la ecuación de la fuerza teórica [26]:

$$F_{th} = \frac{F}{\mu \cdot \lambda} = A \cdot p \quad (2.43)$$

Superficie del émbolo:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (2.44)$$

Superficie útil del émbolo:

$$A' = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \quad (2.45)$$

Remplazando la ecuación (2.44) en la ecuación (2.43) y despejando D obtenemos la siguiente ecuación:

$$D \geq \sqrt{\frac{F_T \cdot 4}{\pi \cdot p}} \quad (2.46)$$

En donde:

A : superficie del émbolo (m^2)

A' : superficie útil del émbolo (m^2)

D : diámetro del embolo (m)

d : diámetro de vástago (m)

F : fuerza necesaria para realizar el trabajo (N)

F_{th} : fuerza teórica del émbolo (N)

p : presión de trabajo (Pa)

λ : factor de carga para producir la aceleración (velocidades normales 0,7 y velocidades altas 0,4-0,5)

μ : eficacia o rendimiento interno propio del cilindro (0,85)

Remplazando valores obtenemos que:

$$F_{th} = 97,6 N$$

$$D \geq 14,4 mm$$

Para determinar el diámetro del vástago utilizaremos la ecuación de Euler para el pandeo [26]:

$$F_p = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_p^2} \quad (2.47)$$

En donde:

F_p : fuerza a la que se produce pandeo (N)

E : módulo de elasticidad del acero 210 GPa

I : momento de Inercia

L_p : longitud libre de pandeo (mm)

El tipo de sujeción depende de la forma en la que esté montado el cilindro en los equipos y máquinas. Para la sujeción del cilindro utilizamos montaje frontal, por lo tanto:

$$L_p = C \quad (2.48)$$

En donde:

C : carrera del cilindro, para este caso: $C = 50 \text{ mm}$.

Con una fuerza $F = F_p$ se producirá pandeo, la fuerza de servicio deberá ser menor que F_p . Normalmente se toma como coeficiente de seguridad 3,5 de forma que:

$$F = \frac{F_p}{3,5} \quad (2.49)$$

Despejando y reemplazando valores obtenemos:

$$F_p = 203,2 \text{ N}$$

Despejando I de la ecuación (2.47) obtenemos la siguiente ecuación:

$$I = \frac{F_p \cdot L_p^2}{\pi^2 \cdot E} \quad (2.50)$$

Reemplazando valores obtenemos:

$$I = 2,451 \times 10^{-13} \text{ m}^4$$

Para determinar el diámetro del vástago utilizamos la ecuación del momento de Inercia [22]:

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad (2.51)$$

De la ecuación (2.51) despejamos el diámetro d , obteniendo:

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot I}{\pi}} \quad (2.52)$$

Reemplazando valores obtenemos que el diámetro del vástago es:

$$d \geq 1.5 \text{ mm}$$

Según los cálculos debemos seleccionar un diámetro del embolo mayor que $14,4 \text{ mm}$ y los siguientes diámetros normalizados son: $D = 16 \text{ mm}$ y $D = 20 \text{ mm}$, los dos con un diámetro de vástago: $d = 6 \text{ mm}$ y $d = 8 \text{ mm}$ respectivamente. Con cualquiera de los dos diámetros del vástago no hay problemas de pandeo.

Se decide seleccionar un cilindro neumático con las siguientes características:

$$D = 20 \text{ mm}$$

$$d = 8 \text{ mm}$$

En la práctica, la fuerza importante es la fuerza efectiva del émbolo. Al efectuar el cálculo, debe tenerse en cuenta la resistencia ocasionada por la fricción. Suponiendo condiciones normales de servicio (entre 4 y 8 bar) se puede considerar que la fuerza de fricción corresponde aproximadamente al 10% de la fuerza nominal del émbolo. Por lo tanto, la fuerza efectiva del émbolo en un cilindro de doble efecto es [27]:

Carrera de avance:

$$F_{eff} = A \cdot p - F_R \quad (2.53)$$

Carrera de retroceso:

$$F_{eff} = A' \cdot p - F_R \quad (2.54)$$

En donde:

F_{eff} : fuerza efectiva del émbolo (N)

F_R : fuerza de fricción (aprox. 10 % de F_{th}) (N)

A continuación, se detallan las condiciones de trabajo del cilindro seleccionado.

Carrera de avance

$$A = 3,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$F_{th} = 188,5 \text{ N}$$

Carrera de retroceso

$$A' = 2,6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$F_{th} = 158,3 \text{ N}$$

$$F_{\text{eff}} = 169,7 \text{ N}$$

$$F_{\text{eff}} = 142,5 \text{ N}$$

Las características del cilindro seleccionado se detallan en el Anexo K.

Selección del cilindro neumático del sistema de elevación central de los cabezales de impresión

El cilindro neumático realizara un movimiento vertical (ángulo 90°), de esta manera realiza el movimiento de elevación de los cabezales de impresión.

Una vez determinada la carga que debe levantar el cilindro:

$$F = W_T = 1272,5 \text{ N}$$

Procedemos a calcular el diámetro del embolo con la ecuación (2.43).

Remplazando los valores se obtiene que la fuerza teórica es:

$$F_{th} = 2138,7 \text{ N}$$

Remplazando F_{th} en la ecuación (2.46) obtenemos un diámetro del embolo de

$$D \geq 67,4 \text{ mm}$$

Para la sujeción del cilindro utilizamos una brinda trasera, por lo tanto [26]:

$$L_p = 2 \cdot C \quad (2.55)$$

En donde:

C : carrera del cilindro neumático $C = 100 \text{ mm}$

Para determinar la fuerza de pandeo asumiremos un coeficiente de seguridad de 3,5. Remplazando valores y despejando F_p de la ecuación (2.47) obtenemos que la fuerza de pandeo es:

$$F_p = 4453,75 \text{ N}$$

Para determinar el momento de inercia del vástago utilizamos la ecuación (2.50).

Remplazando los valores obtenemos que el momento de inercia es:

$$I = 8,6 \times 10^{-11} \text{ m}^4$$

Para determinar el diámetro del vástago utilizamos la ecuación (2.52).

Remplazando valores obtenemos que el diámetro del vástago es:

$$d \geq 6.5 \text{ mm}$$

Según los cálculos debemos seleccionar un diámetro del embolo mayor que $63,5 \text{ mm}$ y los siguientes diámetros normalizados son: $D = 80 \text{ mm}$ y $D = 100 \text{ mm}$, los dos con un diámetro de vástago: $d = 25 \text{ mm}$. Con este diámetro del vástago no hay problemas de pandeo.

En base a los resultados obtenidos se decide seleccionar un cilindro neumático con las siguientes características:

$$D = 100 \text{ mm}$$

$$d = 25 \text{ mm}$$

A continuación, se detallan las condiciones de trabajo del cilindro seleccionado.

Carrera de avance

Carrera de retroceso

$$A = 0,008 \text{ m}^2$$

$$A' = 0,007 \text{ m}^2$$

$$F_{th} = 4712,4 \text{ N}$$

$$F_{th} = 4417,9 \text{ N}$$

$$F_{eff} = 4241,2 \text{ N}$$

$$F_{eff} = 3976,1 \text{ N}$$

Las características del cilindro seleccionado se detallan en el Anexo K.

2.5 TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO

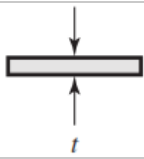
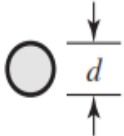
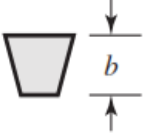
La transmisión de movimiento se lo realizara por medio de correas, por las siguientes características [22]:

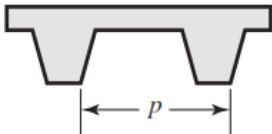
- Se pueden emplear para distancias grandes entre centros.
- Excepto en el caso de las bandas de sincronización, existe un cierto deslizamiento y fluencia; por lo tanto, la relación de la velocidad angular entre los ejes impulsor e impulsado no es constante ni exactamente igual a la relación de los diámetros de las poleas.
- En algunos casos se requiere de una polea guía o tensora para evitar ajustes en la distancia entre centros, que por lo general se necesitan debido al envejecimiento o la instalación de bandas nuevas.

Los cuatro tipos principales de bandas, con algunas características se muestran en la

Tabla 2.14.

Tabla 2.14
Características de algunos tipos comunes de bandas

<u>Tipo de banda</u>	<u>Figura</u>	<u>Unión</u>	<u>Intervalo de tamaños</u>	<u>Distancia entre centros</u>
Plana		Sí	$t = \left\{ \begin{array}{l} 0.03 \text{ a } 0.20 \text{ pulg} \\ 0.75 \text{ a } 5 \text{ mm} \end{array} \right\}$	No hay límite superior
Redonda		Sí	$d = \frac{1}{8} \text{ a } \frac{3}{4} \text{ pulg}$	No hay límite superior
Tipo V		Ninguna	$b = \left\{ \begin{array}{l} 0.31 \text{ a } 0.91 \text{ pulg} \\ 8 \text{ a } 19 \text{ mm} \end{array} \right\}$	Limitada

De sincronización		Ninguna	$p = 2\text{mm y mayor}$	Limitada
-------------------	---	---------	--------------------------	----------

Las figuras son secciones transversales con excepción de las bandas de sincronización donde la vista es lateral.

Fuente:[22]

Para transmitir el movimiento se elige utilizar bandas o correas de sincronización.

Por las siguientes razones:

- Las transmisiones con correas dentadas cada vez son de más uso en la industria y pueden dividirse en dos tipos: las de tiempo cuyas correas poseen dientes en forma “trapezoidal” y las sincrónicas con dientes de perfil redondeado.
- Las transmisiones de tiempo y sincrónicas son ideales para transmitir potencias medianas y altas velocidades.
- Gracias al perfecto “engranaje” de los dientes de la correa con los de las poleas, las transmisiones de tiempo y sincrónicas no se patinan, lo cual es de particular importancia en equipos automáticos en donde se requiere gran sincronización.
- A diferencia de las transmisiones por cadena o engranes, las transmisiones de tiempo y sincrónicas no requieren lubricación debido a que no existe un contacto metal-metal. Los costos de mantenimiento se reducen al mínimo. La contaminación por salpicadura de aceite o grasa son eliminados. Adicionalmente no hay aceite o grasa que atrape polvo y partículas abrasivas que aceleren el desgaste. Todo lo anterior es de especial importancia para la industria textil.
- Las transmisiones de tiempo y sincrónicas generan muy poco ruido.

2.5.1 SELECCIÓN DE PASO DE LA CORREA

Para determinar el paso de la correa dentada se necesita la potencia a transmitir y el número de giros de la polea. La potencia a transmitir es de $P = 0.072 \approx 0.1 \text{ kW}$ y las revoluciones de la polea son de $n = 45 \text{ rpm}$. Para la selección del paso de la correa utilizamos el gráfico del Anexo G, obteniendo como resultado un paso de T5. Por lo tanto, se utilizará una correa dentada métrica serie T5. Las características técnicas de la correa se detallan en el Anexo G.

2.6 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CIRCUITO NEUMÁTICO

2.6.1 CÁLCULO DEL CONSUMO DE AIRE

Para saber cuánto consumo de aire necesita una instalación y cuáles son los costos energéticos correspondientes, es importante conocer el consumo de aire en la red neumática. Para calcular el consumo de aire según el diagrama de consumo de aire de la Figura 2.33, se aplica la siguiente fórmula [27]:

Para cilindros de doble efecto:

$$q_B = 2 \cdot s \cdot n \cdot q_H \quad (2.56)$$

En donde:

q_B : consumo de aire (l/min)

s : carrera (cm)

n : carreras por minuto ($1/min$)

q_H : consumo de aire por cm de carrera (l/cm)

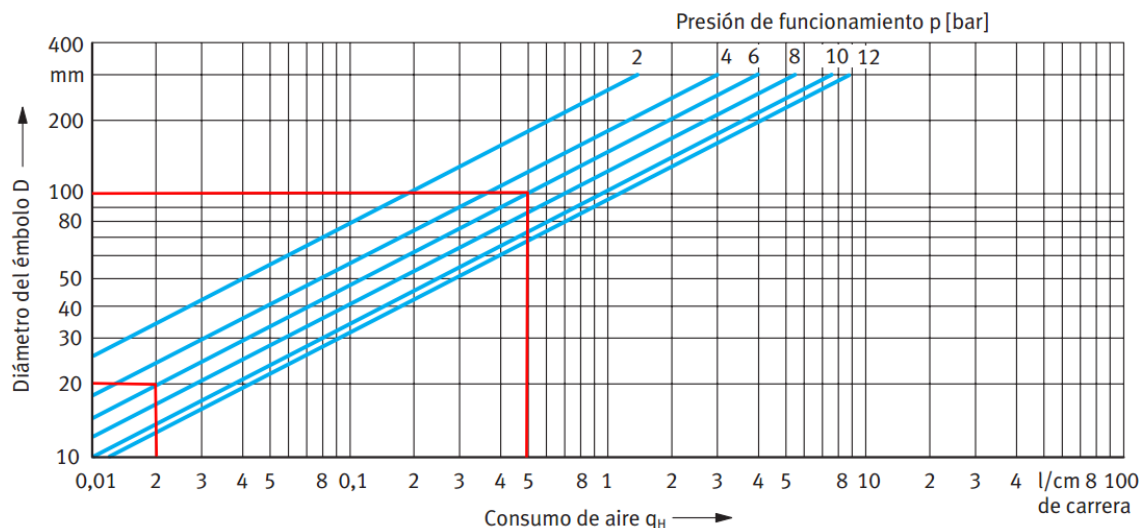


Figura 2.33 Diagrama de consumo de aire.
Fuente: [27]

Se pretende que la máquina realice una impresión cada 10 s. Tiempo suficiente para que el operario retire el soporte impreso, y coloque uno para imprimir. Por lo tanto, el número de ciclos será: $n = 6$

La Tabla 2.15 muestra los resultados obtenidos del cálculo de consumo de aire para los cilindros utilizados.

Tabla 2.15
Resumen de resultados cálculo del consumo de aire

Cilindros	s (cm)	n (1/min)	q_H (l/min)	q_B (l/min)
1) Ø20x50 mm	5	6	0,02	$q_B = 1,2$ l/min
2) Ø100x100 mm	10	6	0,5	$q_B = 60$ l/min

2.6.2 SELECCIÓN DEL TAMAÑO DE LA ELECTROVÁLVULA

Para seleccionar el tamaño de la electroválvula de un cilindro es necesario determinar el caudal máximo. Este caudal se determina por la velocidad máxima del cilindro. La velocidad se la puede expresar en función de la carrera del cilindro

multiplicado por el doble de ciclos (carrera de ida y vuelta) para cilindros de doble efecto [26].

$$Q_n = 1,41 \frac{(\pi \cdot D^2 \cdot C \cdot 2n \cdot (P + 1,013))}{4 \cdot 10^6} \quad (2.57)$$

En donde:

Q_n : caudal máximo en Nl/min

D : diámetro del cilindro en mm

C : carrera del cilindro en mm

n : números de ciclos

P : presión de trabajo en bar

Remplazando valores obtenemos los siguientes resultados:

<u>Cilindros</u>	<u>Caudal máximo</u>
Cilindro Ø20x50 mm	$Q_n = 1,9 Nl/min$
Cilindro Ø100x100 mm	$Q_n = 93,2 Nl/min$

Para la selección de la electroválvula se elegirá una que proporcione un caudal mayor al calculado. Por lo tanto, se elige utilizar:

<u>Cilindros</u>	<u>Serie</u>	<u>Caudal</u>
Cilindro Ø20x50 mm	SMC-SY3000	$Q = 276 l/min(ANR)$
Cilindro Ø100x100 mm	SMC-SY5000	$Q = 746 l/min(ANR)$

Las características técnicas de las electroválvulas se detallan en el Anexo K.

2.6.3 SELECCIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Las funciones de preparación, filtración y lubricación del aire comprimido están a cargo de la unidad de mantenimiento. Las unidades de mantenimiento se montan al

inicio de cualquier sistema neumático. El tamaño de los aparatos que forman la combinación, depende del caudal necesario. Un caudal muy elevado tiene como consecuencia una mayor caída de presión [27].

La suma más elevada de los caudales máximos de todos los cilindros que se mueven simultáneamente en un ciclo de trabajo define el caudal que hay que hacer referencia para seleccionar el tamaño de la unidad de mantenimiento [26]. El presente proyecto tiene como requisito de diseño ir incrementando el número de cabezales de impresión hasta un total de seis cabezales, por lo tanto:

$$Q_T = 93,2 + (6 \times 1,9) = 104,6 \text{ Nl/min} \quad (2.58)$$

En donde:

Q_T : suma de los caudales máximos

Para la selección de la unidad mantenimiento se elegirá una que me proporcione un caudal mayor al calculado, por lo tanto, se elige utilizar una unidad de mantenimiento SMC-AC20-A, que me proporciona un caudal hasta 800 l/min(ANR) . En el Anexo K se detallan las características técnicas.

Para tener un control de presión en el proceso de impresión se utilizará un regulador de presión individual, se elige utilizar un regulador SMC-AR20-B con un rango de: 0.05 a 0.85 MPa. En el Anexo K se detallan las características técnicas.

2.6.4 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN NEUMÁTICO

La estructura de un esquema de distribución neumático, el uso de los símbolos y la identificación y numeración de los componentes están definidos en la norma ISO 1219-2. El esquema muestra cómo están conectados entre sí los componentes neumáticos y,

además, como se produce una interacción entre ellos. Los símbolos de los componentes se distribuyen de tal manera que se obtenga un esquema claramente estructurado [27].

La Figura 2.34 muestra es el esquema neumático.

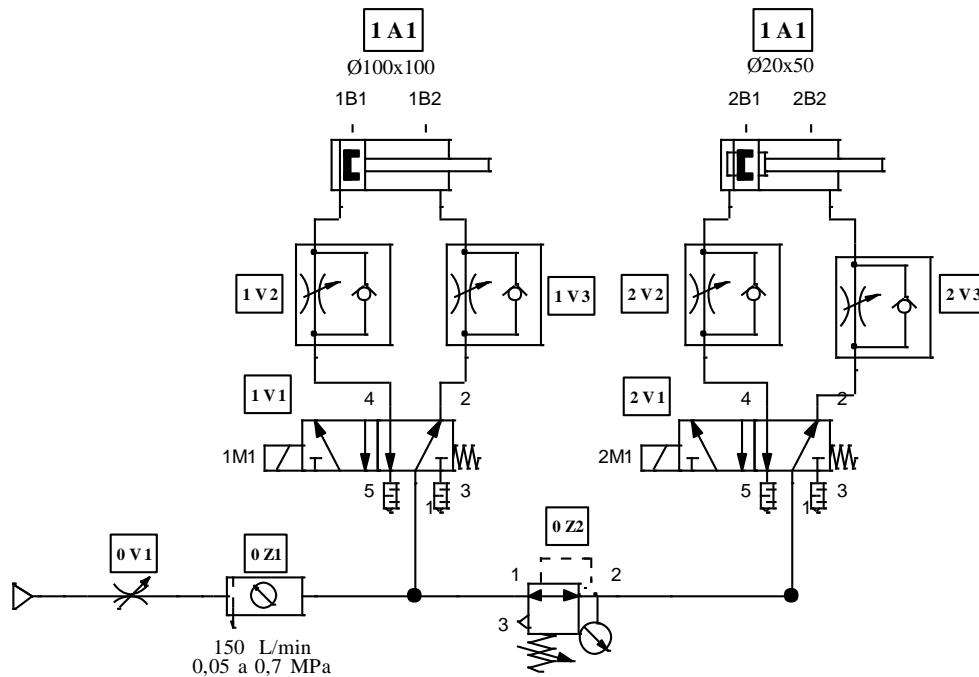


Figura 2.34 Esquema neumático de un sistema de control electroneumático

2.6.5 DISEÑO SISTEMA SECUENCIAL ELECTRONEUMÁTICO

Diagramas de movimiento

Los movimientos de los actuadores u órganos motrices se representan con más detalle es estos diagramas. Estos movimientos se pueden reflejarse en función de la fase de trabajo para los circuitos secuenciales [28]. La Figura 2.35 muestra el diagrama de espacio fase de la máquina.

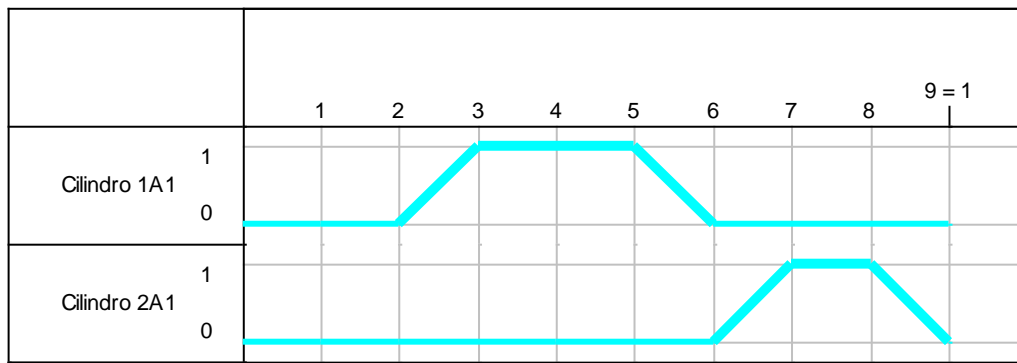


Figura 2.35 Diagrama de espacio fase
Fuente:[29]

Descripción de ciclos con GRAFCET

GRAFCET describe esencialmente dos aspectos de un sistema de control y, además, lo hace con reglas claramente definidas:

- Acciones a ejecutar (comandos)
- Secuencias de la ejecución de las acciones

La Figura 2.36 muestra el diagrama GRAFCET de la máquina semiautomática de impresión textil.

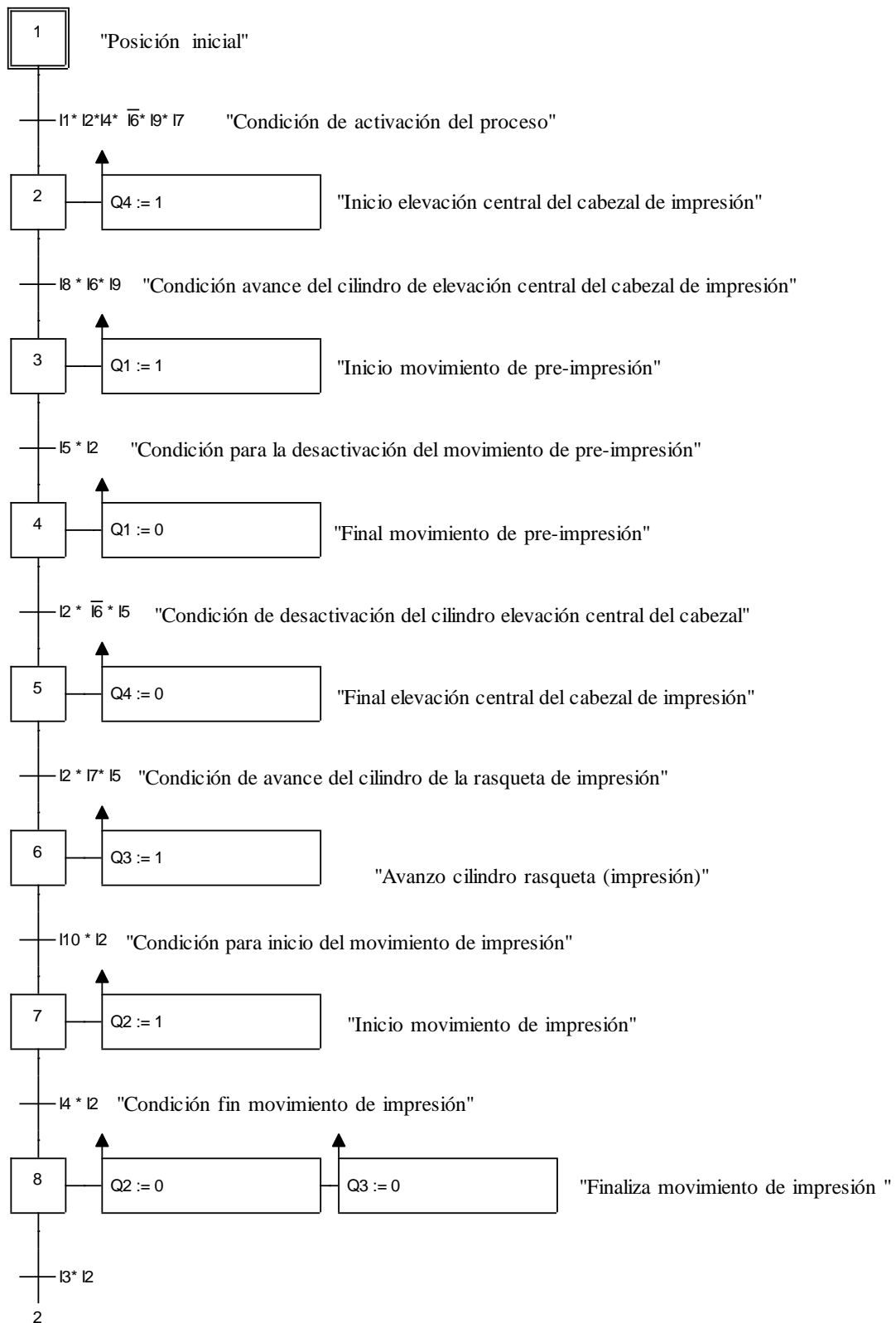


Figura 2.36 GRAFCET de la máquina semiautomática

Fuente:[29]

2.7 DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRICO

2.7.1 SELECCIÓN DEL MOTOR

Para la selección del motor nos basaremos en los siguientes criterios:

- Variación de velocidad. El flujo de tinta que atraviesa la malla de impresión depende de la velocidad de impresión en relación con la viscosidad de la tinta, con la forma de impresión, con la configuración de la racleta, el clima ambiente, etc., con una velocidad demasiada alta, las mallas del tamiz pueden no llegar a llenarse en determinadas circunstancias por lo tanto no se produce una impresión limpia.
- Inversión de giro. Para realizar el proceso de impresión necesitamos que el motor giro en los dos sentidos (izquierda y derecha), para de esta manera realizar el movimiento de preimpresión e impresión.
- Alimentación. Para los diferentes dispositivos que conforman la parte de control y potencia de la máquina. Utilizaremos una alimentación monofásica simple: L-N PE (fase, neutro y tierra). Debido a que manejaremos dispositivos de baja tensión.

La Tabla 2.16 muestra algunas de las características que poseen los motores de corriente continua y corriente alterna:

Tabla 2.16
Características de motores de CC y CA

Motores C.C.	Motores C.A.
Es necesario aplicar corriente continua en el inducido y en el inductor	Trabaja a partir de la aplicación de corriente alterna
La velocidad aumenta con la tensión aplicada	Para regular su velocidad de giro se hace a través de variadores electrónicos de frecuencia

Par motor proporcional a la corriente del inducido y al flujo del campo magnético del inductor	Par motor depende del campo giratorio
Par de arranque fuerte	Par de arranque escaso
Partes básicas: inductor, inducido y colector	Partes básicas: estator y rotor
Velocidad variable	Trabaja a velocidades fijas y no pueden operar a bajas velocidades
Más caros de fabricar	Más baratos de fabricar
Son motores monofásicos	Pueden ser monofásicos o trifásicos

Fuente: [30]

En base al análisis de la Tabla 2.16 las características que necesitamos para el presente proyecto son trabajar con bajas velocidades, velocidad variable e inversión de giro. Por lo tanto, se decide utilizar un motor de C.C.

La guía lineal realiza un desplazamiento que se logra mediante la recirculación de bolas. El coeficiente de fricción de las guías lineales puede ser tan pequeño como 1/50 con respecto a un sistema de guiado tradicional. Generalmente, el coeficiente de fricción de una guía lineal esta alrededor de 0,004 [31].

Cuando una carga es igual o inferior al 10% de la capacidad de carga estática, la mayor resistencia viene determinada por la viscosidad del lubricante y la fricción entre las bolas o rodillos. En contraste, si la carga es superior a la carga estática, la resistencia vendrá dada principalmente por la misma carga [31].

$$F = \mu \cdot N + S \quad (2.59)$$

En donde:

F : fricción (N)

S : resistencia a la fricción $S = 58,1 N$

μ : coeficiente de fricción

N : fuerza normal $N = 10,03 N$

Remplazando valores obtenemos que:

$$F = 58,1 N$$

Para calcular de un movimiento lineal a movimiento rotativo utilizamos la siguiente ecuación [32]:

$$N = \frac{V}{0,262D} \quad (2.60)$$

En donde:

N : velocidad de rotación del eje (*rpm*)

V : velocidad del carro (*fpm*)

D : Diámetro de la polea o piñón (*in*)

Según los datos técnicos del motor Anexo N la velocidad de rotación máxima es de 52 *rpm*. Para la transmisión de movimiento utilizaremos una polea de $D = 2,126 in$.

Despejando V de la ecuación (2.60) y remplazando valores obtenemos que:

$$V = 25,06 fpm$$

Para determinar la potencia de un objeto con movimiento lineal utilizamos la siguiente ecuación [32]:

$$P_{carro} = \frac{F \cdot V}{33000} \quad (2.61)$$

En donde:

P : potencia (*hp*)

F : fuerza (*lb*)

V : velocidad (*fpm*)

Remplazando los valores obtenemos como resultado que:

$$P = 0.01 \text{ hp}$$

Cálculo de la potencia para vencer la inercia de las poleas. Para el movimiento del carro de impresión utilizaremos dos poleas con las siguientes características:

Polea	Diámetro (mm)	Masa (kg)
1	54	0.15
2	54	0.2

Para determinar la inercia de cada una de las poleas se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = \frac{m \cdot r^2}{2} \quad (2.62)$$

En donde:

m : masa (kg)

r : radio (m)

Remplazando valores obtenemos que:

$$I_1 = 2,19 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_2 = 2,92 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Las dos poleas tienen el mismo diámetro, por lo tanto, tienen la misma velocidad angular:

$$\omega = 5,45 \text{ rad/s}$$

Para determinar el torque necesario utilizamos la siguiente ecuación:

$$T = I \cdot \omega \quad (2.63)$$

En donde:

T : Torque necesario para romper la inercia

Remplazando valores obtenemos:

$$T_1 = 0,001 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_2 = 0,002 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Para determinar la potencia con respecto al torque utilizamos la siguiente ecuación:

$$P = T \cdot w \quad (2.64)$$

Remplazando valores obtenemos que:

$$P_1 = 0,001 \text{ hp}$$

$$P_2 = 0,009 \text{ hp}$$

La potencia de las poleas será:

$$P_{polea} = P_1 + P_2 = 0,01 \text{ hp}$$

La potencia requerida es la suma de todas las potencias de cada elemento que interactúan con el motor. Por lo tanto, obtenemos que:

$$P_{motor} = P_{carro} + P_{polea} = 0,02 \text{ hp}$$

En base a los resultados obtenidos se decide utilizar un motor de 12 VCC, las características técnicas del motor se muestran en el Anexo N.

Características del motor seleccionado

Potencia eléctrica del motor:

$$P_{ELEC} = V \cdot I = 12 \text{ V} \cdot 6 \text{ A} = 0,072 \text{ kW} = 0,097 \text{ hp}$$

La potencia disponible en el eje del motor es:

$$P = P_{ELEC} \cdot \eta = 0,097 \cdot 0,65 = 0.062 \text{ hp}$$

En base a los cálculos se determina que el motor seleccionado cumple excesivamente con la potencia requerida.

2.7.2 PROTECCIONES DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Interruptor automático magnetotérmico

Es importante una buena elección de este tipo de interruptor y para ello se deben tener en cuenta los siguientes factores [33]:

- Tipo de curva de disparo que se quiere.
- Intensidad nominal, que será inferior o igual a la que es consumida por el aparato receptor en condiciones de funcionamiento.

La Tabla 2.17 detalla los factores para la selección del interruptor magnetotérmico.

Tabla 2.17
Factores para la selección del interruptor automático magnetotérmico

<u>Aplicaciones</u>	<u>Intensidad nominal (A)</u>	<u>Curva de disparo</u>	<u>Corriente del magnético (A)</u>
	2		
Protecciones para personas, generadores y grandes longitudes de cable	3	B	5
	4		
Protección general	6	C	10
	10		
Protecciones de elementos con altas intensidades de arranque	16	D	20
	20		
Protección de circuitos electrónicos	25	Z	3,6

Fuente:[33]

Se selecciona un interruptor automático magnetotérmico C10.

Fusible

Es un dispositivo que está formado por un soporte y un filamento de metal con un bajo punto de fusión para que se funda por el efecto de Joule cuando la intensidad de corriente del circuito supera lo previsto, es decir, se produce una sobreintensidad [33].

La Figura 2.37 muestra la conexión del LOGO! a la fuente de alimentación se recomienda utilizar un fusible de 2,0 A.

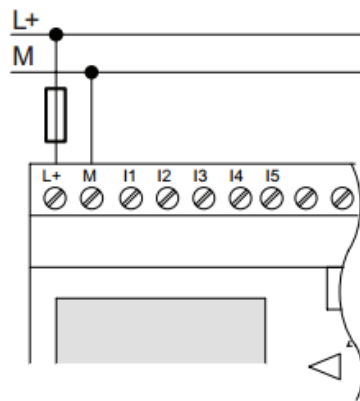


Figura 2.37 Conectar la fuente de alimentación

2.8 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

Diagrama de flujo. La Figura 2.38 muestra el diagrama de flujo del proceso semiautomático de una impresión monocroma en serigrafía.

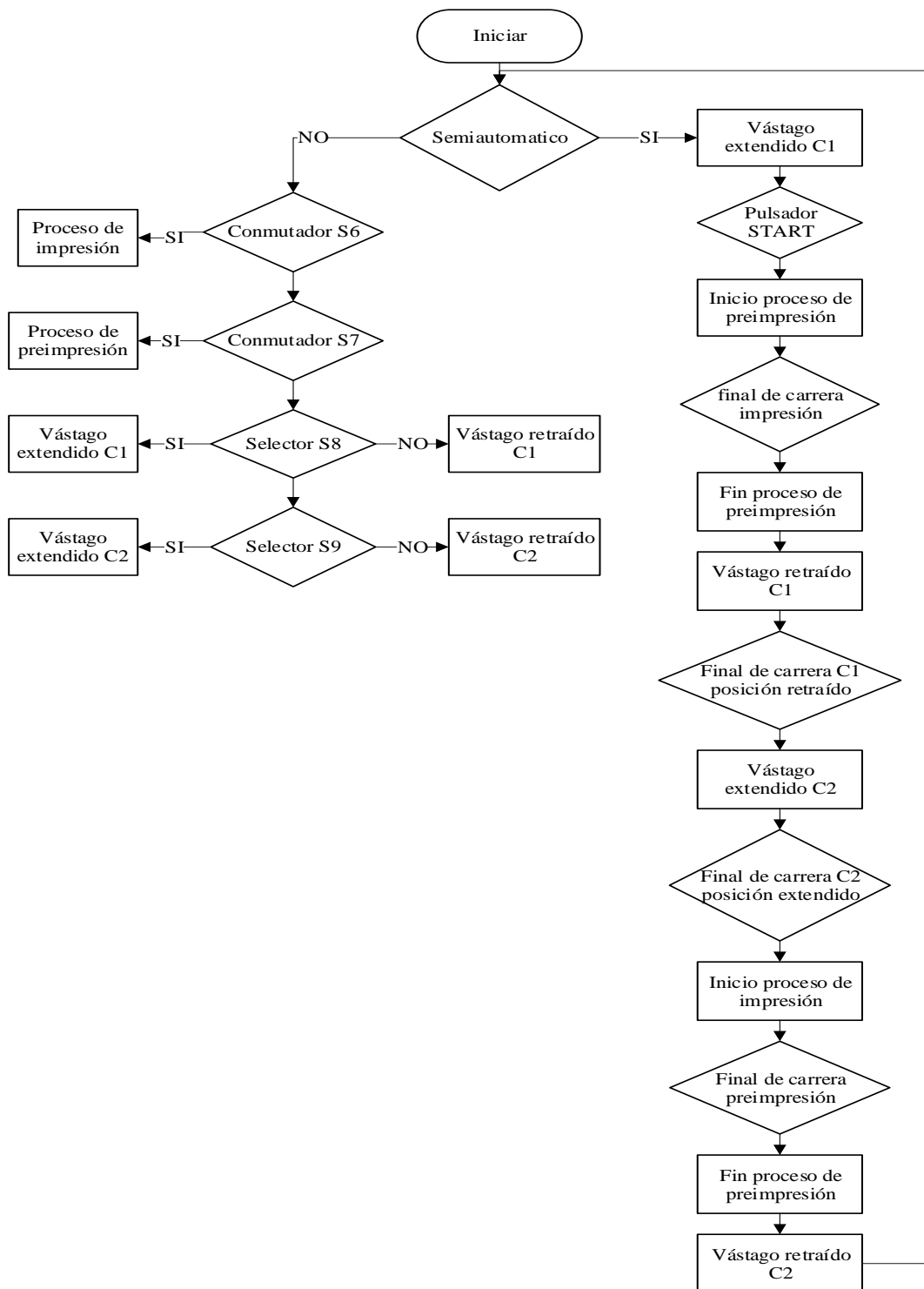


Figura 2.38 Diagrama de flujo del proceso de impresión monocroma en serigrafía

2.8.1 SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE CONTROL

Para realizar el control del proceso semiautomático se seleccionará un PLC. Un PLC (Program Logic Controller) es un equipo electrónico programable en lenguaje informático y diseñado para controlar, en tiempo real y en ambientes industriales los procesos secuenciales. La estructura general de un PLC está basada en un microcontrolador o microprocesador dentro de las que se destaca:

- **Fuente de alimentación.** Es en donde se convierte la tensión de 110 V CA a CC de baja tensión (24 V), tensión con la que trabajan este tipo de circuitos electrónicos. En el Anexo I se detalla las características técnicas.
- **Unidad central de proceso.** Es en donde se interpretan las instrucciones programadas a raíz de la información generada en las entradas y salidas.
- **Memoria, ROM (Read Only Memory).** Que solo es de lectura y es donde se almacenan los datos y **RAM (Random Access Memory)** que es la memoria con la que trabaja el PLC y en la que se guarda la información procedente de las entradas y salidas.
- **Entradas y salidas.** Las entradas son las que recogen la información del proceso (pulsadores, selectores, sensores, etc.) y una vez tratada la información está la manda a las salidas (relés, válvulas, luces piloto, etc.) para el control de proceso.

Se seleccionará un PLC SIEMENS LOGO! 24 debido a que es el más económico y el que se puede considerar más adecuado pequeñas aplicaciones industriales. En el Anexo H se detallan las características técnicas. El esquema eléctrico de programación se encuentra detallado en el

2.8.2 REGULACIÓN DE VELOCIDAD DEL MOTOR C.C.

Entre los métodos más habituales para regular la velocidad en un motor de corriente continua, el más extendido por su fiabilidad y sencillez, es el de Modulación de Ancho de Pulso- PWM. Esta técnica consiste en trabajar con una señal digital cuadrada, en la cual podemos variar el ciclo de trabajo sin variar la frecuencia [34]. Para la regulación de velocidad utilizaremos un módulo PWM con las siguientes características:

Voltaje de entrada	12V – 40 V CC
Potencia	0W – 400 W
Corriente máxima	10 A (aconsejable 8 A)
Rango de pulso PWM	0% - 100%
Tamaño	70x39x31 (mm)

Circuito inversión de giro con relés

Para controlar la dirección en la que gira un motor c.c., se necesita invertir la polaridad de la conexión eléctrica del motor en cuestión. La Figura 2.39 muestra el esquema del circuito de inversión de giro.

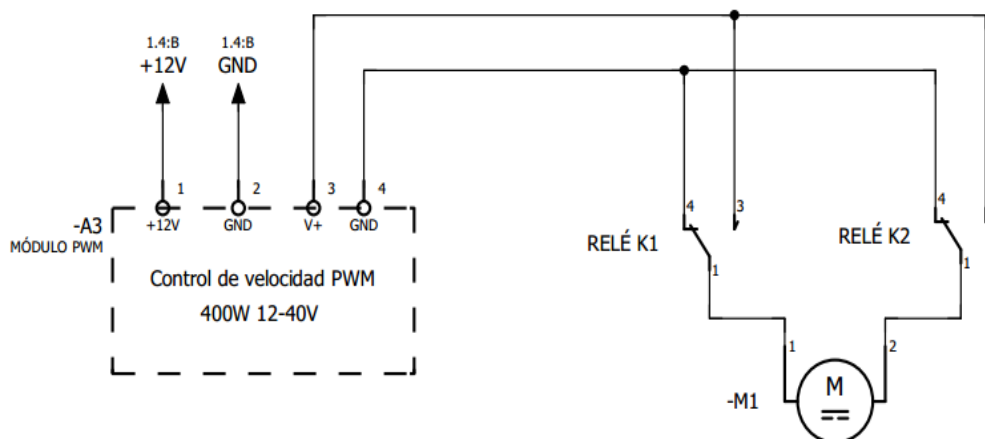


Figura 2.39 Esquema del circuito inversor de giro

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1 COSTOS DE FABRICACION

Costos incurridos en el área funcional de fábrica reconocidos como los cuatro elementos del costo [35]:

- Costos de mano de obra
- Costos de materia prima
- Costos de servicios
- Costos indirectos

3.1.1 MATERIA PRIMA

En esta cuenta se registra el valor de las materias primas o materiales utilizados en el proceso de fabricación. La materia prima está dividida en materia prima directa e indirecta [35]. La Tabla 3.1 muestra los costos de la materia prima directa.

Tabla 3.1
Costos de los materiales utilizados en el proceso de fabricación

MATERIA PRIMA DIRECTA					\$ 2.827,57
DETALLE	DESCRIPCIÓN	UM	CANTIDAD	V/U	V/T
Materiales neumáticos					
Cilindro neumático	CD85KN20-50-B	u	1	\$ 46,22	\$ 51,77
Cilindro neumático	CP96SDB100-100C	u	1	\$ 298,99	\$ 334,87
Regulador de caudal	AS2211F-01-08S	u	4	\$ 12,69	\$ 52,28
Tubo poliuretano	8mm	m	10	\$ 2,32	\$ 23,48
Bloque electroválvula de 5 vías	SS5Y5-20-09-Q	u	1	\$ 71,86	\$ 80,48
Electroválvula	SY5120T-5LZE-C8-Q	u	2	\$ 111,95	\$ 237,33

Detector magnético	D-M9	u	4	\$ 42,83	\$ 176,46
Unidad de mantenimiento FRL	AC20A-02CM-B	u	1	\$ 139,41	\$ 156,14
Silenciador	AN20-02	u	2	\$ 14,20	\$ 30,10
Regulador de presión	AR20-028M-A	u	1	\$ 52,60	\$ 58,91
Materiales de la estructura					
Estructura		u	1	\$ 600,00	\$ 672,00
Tablero MDF		u	1	\$ 36,27	\$ 40,62
Rodamientos cónicos	32212	u	2	\$ 40,00	\$ 84,80
Rodamientos de bolas		u	16	\$ 3,00	\$ 48,36
Materiales eléctricos y electrónicos					
PLC	6ED1052-1CC00-0BA6	u	1	\$ 250,00	\$ 280,00
Fuente PLC	6EP1332-1SH42	u	1	\$ 120,00	\$ 134,40
Fuente 12 V 10 A		U	1	\$ 12,00	\$ 13,44
Módulo de expansión	6ED1055-1CB10-0BA0	u	1	\$ 175,00	\$ 196,00
Motor		u	1	\$ 25,00	\$ 28,00
Relés		u	2	\$ 5,00	\$ 10,60
Modulo PWM		u	1	\$ 13,00	\$ 14,56
Selectores		u	5	\$ 4,00	\$ 20,48
Disyuntor		u	1	\$ 15,00	\$ 16,80
Porta fusibles y fusible		u	1	\$ 6,00	\$ 6,72
Pulsadores		u	3	\$ 3,00	\$ 9,36
Armario eléctrico		u	1	\$ 20,00	\$ 22,40
Finales de carrera		u	2	\$ 5,50	\$ 11,66
Luz piloto		u	2	\$ 3,50	\$ 7,42
Bornes		u	8	\$ 1,00	\$ 8,12

3.1.2 MANO DE OBRA

Esfuerzo del trabajo humano que se aplica a la elaboración del producto. Se divide en mano de obra directa y mano de obra indirecta [35]. La Tabla 3.2 detalla los costos de mano de obra directa.

Tabla 3.2
Costos de mano de obra directa

MANO DE OBRA DIRECTA					\$ 1.580,00
Soldador	Construcción de la máquina	USD	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
Torneador		h	40	\$ 2,00	\$ 80,00

3.1.3 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Los costos indirectos son todos los costos de fábrica que no se pueden asociar directamente con el producto o es complejo asociarlos con precisión. La Tabla 3.3 detalla los costos indirectos de fabricación.

Tabla 3.3
Costos indirectos de fabricación

COSTOS INDIRECTOS					\$ 220,40
Materia Prima Indirecta					\$ 170,40
DETALLE	DESCRIPCIÓN	UM	CANTIDAD	V/U	V/T
Pintura sintética automotriz		gal	2	\$ 18,00	\$ 36,00
Fondo anticorrosivo		gal	1	\$ 18,00	\$ 18,00
Lijas	#200		8	\$ 0,80	\$ 6,40
Pernos	1/4, 3/8,		100	\$ 0,60	\$ 60,00
Tuercas y arandelas	1/4, 3/8		100	\$ 0,40	\$ 40,00
Tornillos			100	\$ 0,10	\$ 10,00
Otros indirectos					\$ 50,00
Fletes		u	1	\$ 50,00	\$ 50,00

3.1.4 COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN

Es la sumatoria de los costos en que se incurrieron en la elaboración de un determinado producto dirigido a una orden de producción.

Costo unitario. Es la división del costo de la orden de producción y el número de unidades producidas. Los ingresos de una empresa, área o producto deben contener los costos directos e indirectos de producción, los costos operacionales, los impuestos, las reservas y la utilidad. El precio de venta de un producto debe cubrir los siguientes rubros para ser rentable en una empresa, los costos de obtención del bien, costos de administración y ventas, impuestos y utilidad neta.

La Tabla 3.4 muestra el costo de venta.

Tabla 3.4
Calculo del costo unitario

RESUMEN	TOTAL
Materia prima directa	\$ 2.827,57
Mano de obra directa	\$ 1.580,00
Costos indirectos	\$ 220,40
Costo de producción	\$ 4.627,97
Gasto de venta	\$ 480,00
Costo total	\$ 5.107,97
Porcentaje de utilidad	50%
Utilidad	\$ 2.553,99
Precio de venta	\$ 7.661,96

3.1.5 ANÁLISIS DE COSTOS

Para un correcto análisis de la viabilidad del proyecto, en el momento que entre a producir, se tomaron datos necesarios, basados en los costos actuales del servicio de

impresión en serigrafía. A continuación, se detallarán los egresos. La Tabla 3.5 se detalla los servicios básicos.

Tabla 3.5
Costo servicios básicos

PAGO DE SERVICIOS BÁSICOS			\$ 108,00
Internet	mensual	\$ 30,00	\$ 30,00
Agua	mensual	\$ 30,00	\$ 30,00
Luz	mensual	\$ 48,00	\$ 48,00

Los costos de los materiales directos para realizar una impresión en serigrafía se detallan en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6
Costos materiales para realizar una impresión en serigrafía

MATERIA PRIMA DIRECTA				\$ 187,60
DETALLE	UM	CANTIDAD	V/U	V/T
Emulsión unifilm acq para serigrafía textil agabe	Kg	4	\$ 24,53	\$ 87,60
Plastisoles y tintas textiles base agua para serigrafía	Kg	4	\$ 25,00	\$ 100,00

Los costos de los materiales indirectos para realizar una impresión en serigrafía se detallan en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7
Costos materiales indirectos

MATERIA PRIMA INDIRECTA				\$ 19,75
DETALLE	UM	CANTIDAD	V/U	V/T
Gasolina	gal	1	\$ 1,85	\$ 1,85
Diluyente	gal	1	\$ 3,50	\$ 3,50
Espuma rígida de poliuretano	u	12	\$ 1,20	\$ 14,40

Cálculo del VAN y TIR

Datos:

Número de impresiones diarias:	400 u
Costo de impresión un color	\$ 0,75
Sueldo operario de la máquina	\$ 394,00

En base a los resultados de la Tabla 3.8, obtenemos que el $VAN > 0$, este resultado nos indica que dicha inversión es eficiente económicamente y conviene efectuar la inversión. Con respecto al $TIR = 49\%$, este resultado nos indica que se obtendrá una buena rentabilidad.

Tabla 3.8
Flujo de caja

FLUJO DE CAJA						
Rubros/Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 79.200,00	\$ 81.451,79	\$ 83.767,59	\$ 86.149,24	\$ 88.598,61
Costos de Producción		\$ 34.480,97	\$ 36.014,54	\$ 37.114,34	\$ 38.248,44	\$ 39.417,95
Gastos de Operación		\$ 34.480,97	\$ 36.014,54	\$ 37.114,34	\$ 38.248,44	\$ 39.417,95
Participación Trabajadores		\$ 1.535,71	\$ 1.413,41	\$ 1.430,84	\$ 1.447,85	\$ 1.464,41
Impuesto a la Renta		\$ 2.175,59	\$ 2.002,33	\$ 2.027,02	\$ 2.051,13	\$ 2.074,57
Inversiones Fijas Tangibles	\$ 7.661,96					
Capital de Trabajo	\$ 3.356,60					
Total, de egresos	\$ 11.018,55	\$ 72.673,23	\$ 75.444,80	\$ 77.686,53	\$ 79.995,87	\$ 82.374,88
Flujo Neto	\$ -11.018,55	\$ 6.526,77	\$ 6.006,98	\$ 6.081,06	\$ 6.153,38	\$ 6.223,72
Tmar	9,54%					
VAN	\$ 12.792,76	Viabile				
TIR	49%	Viabile				
VA Ingresos	\$ 319.929,80					
VA Egresos	\$ 307.137,04					
B/C	1,04	Viabile				

Cálculo del punto de equilibrio

El punto de equilibrio es el margen de ventas donde la utilidad es igual a cero, o sea donde no se ha perdido nada, pero tampoco se ganó [35].

Tabla 3.9
Punto de equilibrio

DATOS DE PUNTOS DE EQUILIBRIO			
Elementos de Costo	Costo Total	Costo Fijo	Costo Variable
Materia Prima Directa	\$ 28.406,40		\$ 28.406,40
Mano de Obra Directa	\$ 5.837,57		\$ 5.837,57
CIF	\$ 213,30	\$ 71,10	\$ 142,20
Gastos de Administración	\$ 1.296,00	\$ 1.296,00	
Gastos de Venta	\$ 660,00	\$ 660,00	
Total	\$ 36.413,27	\$ 2.027,10	\$ 34.386,17
Volumen de Ventas	\$ 79.200,00		
Cantidad	105600		
Precio	\$ 0,75		
Costo Unitario Variable	\$ 0,33		
Punto de Equilibrio	4777		
Prueba	\$ 3.582,52	\$ 3.582,52	

En base al análisis de la tabla, el punto de equilibrio indica que se obtendrán ganancias a partir de las 4777 unidades de soportes ya impresos.

3.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Durante el desarrollo de este proyecto se realizaron diversas pruebas con los equipos descritos en capítulos anteriores. Las pruebas que fueron necesarias realizar la máquina semiautomática para serigrafía textil.

- Tiempos empleados en cada subproceso
- Pruebas cualitativas de impresión

3.2.1 TIEMPOS EMPLEADOS EN CADA SUBPROCESO

El tiempo de impresión varía de acuerdo al tamaño del diseño. Las pruebas se realizaron en un diseño con las siguientes medidas 28x26 cm. La Tabla 3.10 muestra los tiempos de ejecución de los subprocesos y el tiempo total que se demora la máquina en realizar una impresión en serigrafía.

Tabla 3.10
Tiempos de ejecución de los subprocesos.

<u>Subprocesos</u>	<u>Prueba 1</u>	<u>Prueba 2</u>	<u>Promedio</u>
	Tiempo (s)	Tiempo (s)	Tiempo (s)
Colocación de la prenda	9	10,78	9,89
Cambio de estación	2	2	2
Proceso de preimpresión	3,53	4,14	3,835
Descenso del cabezal de impresión	3,18	3,35	3,265
Descenso / rasqueta impresión	0,1	0,1	0,1
Proceso de impresión	3,78	4,9	4,34
Descenso / Rasqueta de preimpresión	0,1	0,1	0,1
Elevación del cabezal de impresión	2,3	2,22	2,26
Proceso total	23,99	27,59	25,79

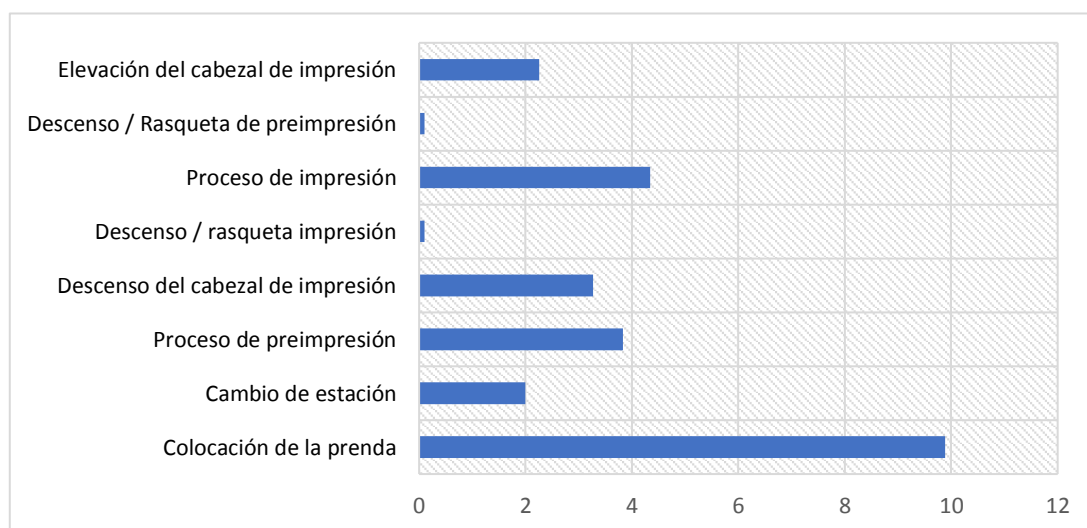


Figura 3.1 Gráfico subprocesos VS tiempo

Según el gráfico de la Figura 3.1 el subproceso que más se demora es en la colocación del soporte debido a que es un proceso manual, dentro del proceso semiautomático el que más se demora es el subproceso de movimiento de impresión, y el que menos se demora es el movimiento de las rasquetas. La Tabla 3.11 muestra el tiempo que se demora en realizar una producción completa.

Tabla 3.11
Tiempo de se demora una producción de 400 u

Producción	400 u
Tiempo del proceso de impresión	25,79 s
Tiempo Total	10316 s
Horas	2
Minutos	51
Segundos	56

La máquina se demora aproximadamente 3 horas en realizar una producción de 400 u, para un diseño de 28x26 cm monocromo.

3.2.2 PRUEBAS CUALITATIVAS DE IMPRESIÓN

Antes de realizar las pruebas se realizó una calibración de los componentes del cabezal. Las pruebas realizadas dieron excelentes resultados, se obtuvo una calidad de impresión visual aceptable. La Figura 3.2 muestra las impresiones realizadas en la máquina.

	<p>Prueba de funcionamiento #1 Tamaño del diseño: 26x28 cm Color: Rosado</p>
	<p>Prueba de funcionamiento #2 Tamaño del diseño: 24x6 cm Color: Negro</p>

Figura 3.2 Impresiones realizadas en la máquina semiautomática para serigrafía textil

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se realizó una búsqueda bibliográfica de trabajos anteriores, catálogos y otros...para obtener la información necesaria para la realización del presente proyecto.
- En base al análisis de la información bibliográfica, maquinaria manual de construcción artesanal, maquinaria automática de similar funcionamiento y con la colaboración de serígrafos locales, se determinaron los parámetros necesarios para la construcción.
- La máquina semiautomática posee reguladores de presión y velocidad los cuales me permiten modificar y mantener los ajustes durante toda la tirada. Se implementó un mecanismo el cual me permite modificar el ángulo de las rasquetas en un rango de 60° a 85°.
- Se realizaron pruebas de funcionamiento utilizando un diseño formato A3, obteniendo una calidad de impresión visual aceptable.
- Se realizó un manual de usuario y mantenimiento con la finalidad de proporcionar una guía básica de operación del sistema; permitiendo al lector del mismo adquirir los conocimientos necesarios para una manipulación adecuada de la máquina, y ser una herramienta de consulta de primera mano a la cual puede recurrir el usuario en cualquier momento.

RECOMENDACIONES

- La máquina está limitada a imprimir un solo color debido a que tiene solo un cabezal automático, pero se puede ir adaptando más cabezales de impresión.
- El cambio de estación de trabajo, la colocación y retiro de los soportes se lo realiza de forma manual por lo que queda abierta la posibilidad de investigar, la implementación de los sistemas para que la máquina sea $\frac{3}{4}$ automática o completamente automática.
- Al realizar la limpieza de la máquina es importante no manipular las válvulas reguladoras de caudal colocadas en los cilindros, pues se encuentran calibradas de acuerdo a la velocidad más adecuada.
- Con respecto a la seguridad como cualquier máquina industrial esta propensa a provocar un accidente, se recomiendan algunas medidas de seguridad como son:
Tener cuidado con las partes móviles de la máquina las cuales son el cabezal de impresión.

REFERENCIAS

- [1] I. R. Martín and R. C. Alonso, *Preparación de la impresión en serigrafía. ARG10310*. IC Editorial, 2014.
- [2] L. A. Laguna Erazo, L. Navarrete, and V. Hugo, “Diseño y Construcción de una Impresora de Serigrafía Neumática para Superficies Planas de Funcionamiento Automático,” 2010.
- [3] L. M. Navarrete López and L. DT Escobar, “Estudio del proceso de serigrafía para disminuir el tiempo en el estampado de camisetas de poli algodón en la empresa Produtexti,” 2011.
- [4] A. E. Avila Illescas, “Diseño y construcción para la automatización de un sistema de serigrafía,” 2015.
- [5] J. I. Corrales Bonilla, “Diseño y construcción de un pulpo de serigrafía con Tres estaciones de trabajo, para productos textiles De la empresa jolecc sport,” 2014.
- [6] R. E. Córdova Ortega, “Diseño y construcción de un prototipo de una estación de máquina serigráfica textil automatizada para la empresa Ortega de la Barra.” Universidad de las Fuerzas Armadas. Carrera de Ingeniería en Mecatrónica., 2016.
- [7] Laura Celada, “Printing Features You Should Know About.” [Online]. Available: <https://www.fespa.com/es/noticias/destacado/tecnicas-de-impresion-y-estampado-claves-para-serigrafia>. [Accessed: 11-Feb-2019].
- [8] B. S. Castro, “La serigrafía como medio de expresión artística:(posibilidades plásticas),” Universidad Complutense de Madrid, 1994.
- [9] A. Gómez Galán, *Materias y productos en impresión: impresión en serigrafía y tampografía (MF0201_2)*. Málaga, SPAIN: IC Editorial, 2012.

- [10] J. Dillon, N. Paparone, and L. Jenison, *Print Liberation: Screen Printing Primer*. North Light Books, 2008.
- [11] M. del M. Redondo Diéguez, *Impresión en serigrafía (UF1524)*. Madrid, ESPAÑA: IC Editorial, 2013.
- [12] SROQ, “roqinternational.” [Online]. Available: <http://roqinternational.com/>. [Accessed: 11-Feb-2019].
- [13] Anatol Equipment Manufacturing Co., “Home – Anatol.” [Online]. Available: <https://anatol.com/es/>. [Accessed: 17-Feb-2019].
- [14] I. © 2019 Autodesk, “Autodesk Inventor 2020.” p. <https://latinoamerica.autodesk.com/>.
- [15] D. G. Ullman, *The mechanical design process: Part 1*. McGraw-Hill, 2010.
- [16] A. Zacarías and M. A. Ramírez, *Dinámica: mecánica para ingenieros*. Distrito Federal, UNKNOWN: Grupo Editorial Patria, 2015.
- [17] Autodesk Inventor, “Autodesk Inventor / Ayuda.” [Online]. Available: <http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2015/ESP/>. [Accessed: 15-Feb-2019].
- [18] A. J. Besa González and F. J. Valero Chuliá, *Diseño de máquinas*. Valencia, UNKNOWN: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2016.
- [19] J. R. Vilorio, *Motores eléctricos, aplicación industrial*. Thomson-Paraninfo, 1992.
- [20] F. Tejerizo Fernández, “Elaboración de fórmulas analíticas y tablas de cálculo para las estructuras metálicas de acero según la normativa Eurocódigo 3,” 2015.
- [21] J. A. López Juárez and L. Bañón, “Estructuras Metálicas. Material de apoyo (curso 2012-2013),” *Estructuras Metálicas*, 2012.

- [22] R. G. Budynas and J. Keith Nisbett, “Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, Novena Edición, Ed,” *McGRAW-HILL/INTERAMERICANA Ed. S.A. C.V.*, 2012.
- [23] LINEARTEC, “Sistemas de guiado con rodamientos lineales.” [Online]. Available: <http://www.lineartec.com.ar/>. [Accessed: 28-Apr-2019].
- [24] H. Pérez Montiel, *Temas selectos de física 1*. México, D.F., MEXICO: Grupo Editorial Patria, 2014.
- [25] R. Norton, *Diseño de maquinaria: síntesis y análisis de máquinas y mecanismos (4a. ed.)*. Distrito Federal, MEXICO: McGraw-Hill Interamericana, 2009.
- [26] SMC-International-Training, *Neumática*, 2a Edición. España: Thomson Paraninfo, S.A, 2002.
- [27] D. S. Frank Ebel, Siegfried Idler, Georg Prede, “Fundamentos Neumatica Electroneumatica FESTO.” [Online]. Available: <https://www.academia.edu/>. [Accessed: 22-Mar-2019].
- [28] A. C. Solé, *Neumática e hidráulica*. Marcombo, 2012.
- [29] Festo Didactic, “FESTO FluidSIM.” .
- [30] CLR, “Motores de corriente continua y alterna: estudio y selección.” [Online]. Available: <https://clr.es/blog/es/motores-corriente-continua-alterna-seleccion/>. [Accessed: 28-Apr-2019].
- [31] Rodalsa. Elementos de rodajes., “INFORMACIÓN TÉCNICA Guías Lineales.” [Online]. Available: <http://www.rodalsa.net/>. [Accessed: 29-Apr-2019].
- [32] Techno Isel, “Technical Information.” [Online]. Available: <http://www.techno-isel.com/>. [Accessed: 29-Apr-2019].

- [33] F. Jiménez Raya, *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial. ELEM0311*. Málaga, SPAIN: IC Editorial, 2015.
- [34] MOOTIO, “Regulación de velocidad en motor de corriente continua.” [Online]. Available: <http://www.mootio-components.com/blog/es/regulacion-velocidad-motor-corriente-continua/>. [Accessed: 02-May-2019].
- [35] C. A. Rincón Soto and F. Villarreal Vásquez, *Costos: decisiones empresariales*. Bogotá, COLOMBIA: Ecoe Ediciones, 2009.

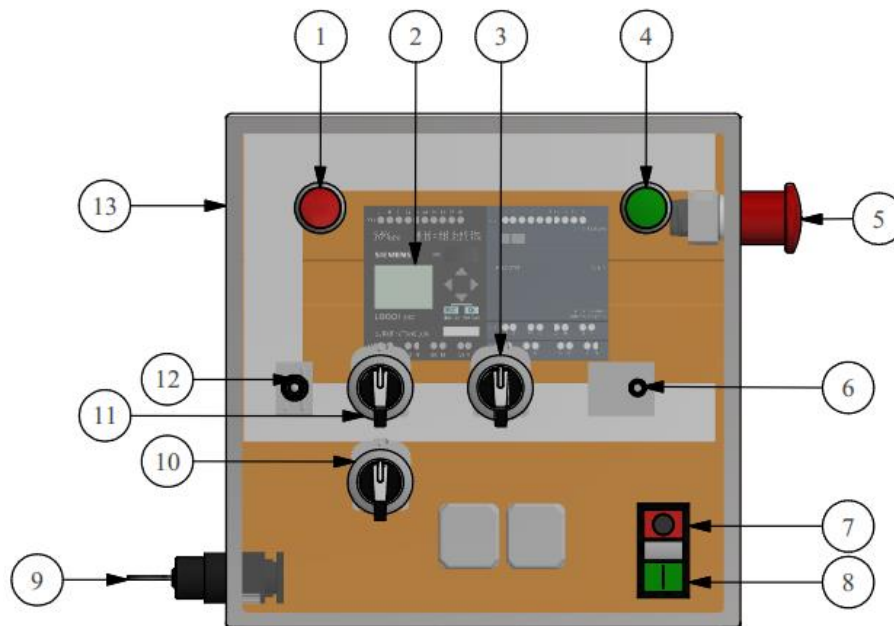
ANEXOS

ANEXO A

MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO

MANUAL DE USUARIO

Los paneles, elementos de mando y los sistemas de aviso, están configurados de tal manera que sea posible utilizar el sistema de control de manera sencilla y rápida. La siguiente figura muestra los elementos de mando o maniobra de la máquina.



1	Luz piloto color rojo	8	Pulsador NO
2	Pantalla	9	Selector 2
3	Selector 1	10	Selector 3
4	Luz piloto color verde	11	Selector 3
5	Interruptor paro de emergencia	12	Interruptor 3 posiciones
6	Potenciómetro PWM	13	Tapa de acrílico transparente
7	Pulsador NC		

El sistema de control electroneumático cuenta con diversos elementos de mando, el interruptor principal (9) con este interruptor se desconecta la alimentación de energía eléctrica mientras se realiza trabajos de limpieza, mantenimiento y reparación, también si se producen paralizaciones de las máquinas durante un tiempo prolongado. Este interruptor principal es manual y tiene dos posiciones: “0” (OFF) y “1” (ON). El interruptor debe poder bloquearse en la posición de OFF, para evitar que se vuelva a conectar la corriente involuntariamente y evitar que se produzca una activación de la máquina distancia.

El interruptor de parada de emergencia (5) en situación de peligro, activar el interruptor de parada de emergencia. Una vez que se activa la función de parada de emergencia, los actuadores deben detenerse lo más rápidamente posible.

Funcionamiento:

Funcionamiento modo manual. El funcionamiento modo manualmente se activa cuando el selector (3) esta desactivado. La luz piloto roja (1) me indica que la máquina está en modo manual. En la modalidad de funcionamiento manual, se utilizan los siguientes elementos de mando. Realizando movimientos individuales.

- Selector (10): Al accionar el selector, se activa el cilindro que sube el cabezal de impresión. Al contrario, cuando se desactiva, baja el cabezal de impresión.
- Selector (11): Al accionar el selector, se activa el cilindro que sube la rasqueta de preimpresión y baja la rasqueta de impresión. Al contrario, cuando se desactiva sube la rasqueta de impresión y baja la rasqueta de preimpresión.
- Interruptor (12) la posición del centro es desconexión. Las otras dos posiciones permiten girar el eje del motor en sentido horario o antihorario respectivamente, desplazando el carro de impresión.

Funcionamiento semiautomático. El funcionamiento modo semiautomático controlado por el programa, se activa cuando el selector (3) es activado. La luz piloto verde (4) me indica que la maquina está en modo semiautomático. El ciclo semiautomático inicia cada vez que presionamos (8). El ciclo reinicia cuando presionamos (7). El ciclo finaliza luego de realizado la impresión. Se utilizo una tapa de acrílico transparente (13) para poder observar el número de impresiones que realiza la máquina, mostrada en la pantalla de PLC (2).

Velocidad del motor. Para modificar la velocidad del motor se debe girar el potenciómetro (6).

Nivel de presión. Por lo general, los componentes neumáticos son concebidos para soportar una presión de funcionamiento desde 8 hasta 10 bar. Para que el funcionamiento sea económico, es suficiente una presión de 6 bar en la unidad de mantenimiento y se recomienda una presión de 4 bar para las rasquetas.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

El siguiente plan de mantenimiento asegura el correcto funcionamiento de la máquina:

<u>Acción</u>	<u>Código</u>	<u>Duración</u>
Inspección	Insp	5 min.
Limpieza	Limp	10 min.
Purga	Purg	10 min.
Lubricación	Lubr	15 min
Cambio	Camb	60 min

Tabla de mantenimiento de la máquina semiautomática para serigrafía textil:

Componente	Cantidad	Año				Recomendaciones
		1° Trimestre	2° Trimestre	3° Trimestre	4° Trimestre	
Paleta de serigrafía	8	Limp	Limp	Limp	Limp	Limpiar cada semana. En caso de deformación cambiar el tablero de MDF
Rasquetas	2	Limp	Limp	Limp	Limp	Limpiar cada semana
Rodamientos lineales	4	Lubr	Lubr	Lubr	Camb	Se recomienda cambiar cada año
Rodamientos cónicos	2	Limp	Limp	Limp	Limp	Utilizar grasa como lubricante es el que mejor garantiza el engrase de los rodamientos. En caso de daño replazar
Rodamientos cónicos	2	Lubr		Lubr		
Cilindros neumáticos	2	Limp	Limp	Limp	Limp	
Compresor	1	Limp/Purg	Limp/Purg	Limp/Purg	Limp/Purg	
Filtro del compresor	1	Limp	Limp	Limp	Camb	Se recomienda cambiar cada 6 meses

Unidad de mantenimiento. Filtro	1	Limp/Purg	Limp/Purg	Limp/Purg	Camb	Se recomienda cambiar cada año
Unidad de mantenimiento. Lubricación	1	Insp	Lumb	Insp	Lumb	
Electroválvulas	2	Limp	Limp	Limp	Limp	En caso de daño replazar
Relé 24 VCC	2	Limp	Limp	Limp	Camb	Se recomienda cambiar cada año
Finales de carrera	2	Limp	Limp	Limp	Camb	Se recomienda cambiar cada año
Detector magnético	4	Limp	Limp	Limp	Limp	En caso de daño replazar
Motor	1	Limp	Limp	Limp	Limp	En caso de daño replazar
Correa dentada	1	Limp	Limp	Limp	Limp	En caso de daño replazar
Ejes guías	2	Limp	Limp	Limp	Limp	En caso de daño replazar
Pulsadores	2	En caso de daño replazar				
Selectores	4					
Paro de emergencia	1					
Disyuntor	1					
Fusibles	1					
Fuente 24VCC	1					
Fuente 12VCC	1					

Indicaciones de seguridad:

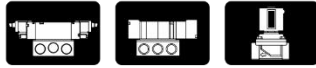
- Para el proceso de manteniendo se debe obligadamente desconectar la máquina de la red eléctrica.
- Para la limpieza se recomienda utilizar solo un paño no utilizar ni agua ni detergente.

ANEXO B

DIN ISO1219-1, 03/96. SÍMBOLOS GRÁFICOS PARA EQUIPOS

NEUMÁTICOS

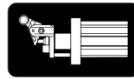
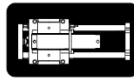
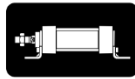
Volumen 1



Símbolo	Descripción
	Válvula de control direccional Válvula de dos vías, cerrada posición normal
	Válvula de control direccional Válvula de dos vías, abierta posición normal
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición normal
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, abierta posición normal
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición neutra
	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías,
	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías, cerrada posición neutra
	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías, escape posición neutra
	Válvula de control direccional Válvula de 5 vías,
	Válvula de control direccional Válvula de 5 vías, cerrada posición neutra

Símbolo	Descripción
	Válvula de control direccional Válvula de 5 vías, escape posición neutra
	Válvula de control direccional Válvula de 5 vías, abierta posición neutra
	Control manual general
	Control manual Botón
	Palanca control manual
	Pedal control manual
	Palpador control mecánico
	Muelle control mecánico
	Rodillo control mecánico
	Rodillo de control mecánico escamoteable
	Electroválvula con una bobina
	Electroválvula con dos bobinados actuando opuestamente
	Control combinado por electroválvula y válvula de pilotaje
	Selector
	Relé electroneumático
	Indicador neumático
	Silenciador
	Control de presión Válvula accionam. neumático
	Componente mecánico bloqueo

Volumen 2



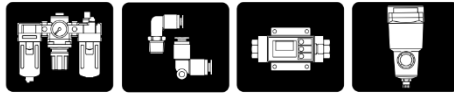
Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Cilindro de efecto simple, vástago simple, carrera de retroceso por fuerza externa		Cilindro de efecto simple, vástago simple, carrera por resorte, carrera de retroceso por presión de aire
	Cilindro de doble efecto, vástago simple		Cilindro de efecto simple, vástago simple antigiro, carrera por resorte, carrera de retroceso por presión de aire
	Cilindro de doble efecto, vástago simple antigiro		Cilindro de doble efecto, con amortiguación ajustable en ambos extremos, vástago simple
	Cilindro de doble efecto, montaje muñón trasero, vástago simple		Cilindro de doble efecto, con amortiguación ajustable en ambos extremos, vástago doble
	Doble efecto cilindro hidroneumático, vástago simple		Cilindro sin vástago de arrastre magnético
	Cilindro de doble efecto, doble vástago		Cilindro de doble efecto, vástago simple, con regulador de caudal integrado
	Cilindro de doble efecto, con vástago antigiro en ambos extremos		Cilindro de doble efecto, vástago doble, con regulador de caudal integrado
	Doble efecto cilindro hidroneumático, con doble vástago		Cilindro con lectura de carrera, vástago simple
	Cilindro de efecto simple, vástago simple, carrera de retroceso por resorte		Cilindro con lectura de carrera, con freno, vástago simple
	Cilindro de efecto simple, vástago simple antigiro, carrera de retroceso por resorte		Cilindro de doble efecto, con bloqueo, vástago simple

Volumen 3



Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Accionador de semigiro, doble efecto		Válvula de seguridad reguladora de caudal. Control de sistema de salida: Válvula de regulación de caudal con cilindro función de regulador de caudal, mariposa, función de alimentación de aire rápido
	Válvula de control de caudal ajustable con silencioso		Válvula de seguridad reguladora de caudal. Control de sistema de entrada: Válvula de regulación de caudal con cilindro función de regulación de caudal y de alimentación de aire rápida
	Válvula antirretorno		Eyector de vacío, válvula de soplado de vacío
	Válvula antirretorno, válvula de regulación de caudal en un sentido, regulable		Eyector de vacío, válvula de soplado de vacío con silenciador incorporado
	Válvula antirretorno, regulador de caudal doble con conexión instantánea		Eyector de vacío multietapas, válvulas de escape de vacío con filtro y silenciador incorporado
	Válvula antirretorno, válvula de escape rápido		Eyector de vacío multietapas, válvulas de escape de vacío con filtro, silenciador incorporado y manómetro para vacío
	Válvula antirretorno, válvula de escape rápido doble efecto con silenciador		Eyector de vacío multietapas, válvulas de escape de vacío con filtro, silenciador incorporado y vacuostato
	Válvula antirretorno, válvula de escape rápido doble efecto con regulador de escape de caudal y silenciador		Vacuostato
	Válvula antirretorno, regulador de caudal con válvula de soplado de presión residual		Filtro
	Válvula antirretorno, regulador de caudal con válvula antirretorno pilotada		

Volumen 4



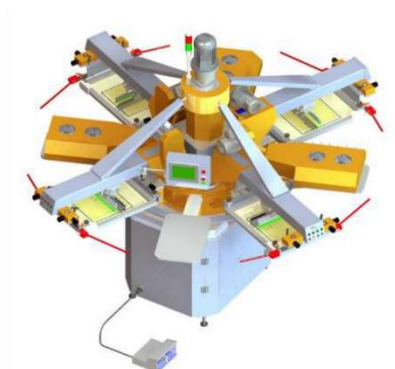
Símbolo	Descripción
	Válvula de control de la presión, Regulador de presión de alivio, regulable
	Filtro con colector de agua
	Filtro con colector de agua, purga automática
	Colector de agua con purga automática
	Separador de neblina
	Filtro micrónico
	Lubricador
	Secador
	Refrigerador
	Manómetro de presión neumática

Símbolo	Descripción
	Unidad de servicio (gráfico simplificado)
	Combinación de filtro, regulador y lubricador
	Combinación de filtro y regulador
	Combinación de Filtro, separador de neblina y regulador
	Combinación de Separador de neblina, regulador y manómetro de presión
	Multiplicador de presión neumático, accionamiento manual
	Presostato neumático
	Presostato neumático
	Déposito
	Válvula antirretorno, Válvula antirretorno sin resorte

ANEXO C

MAQUINARIA PARA SERIGRAFÍA TEXTIL

Grafica's
nano-prinTag plus



nano-prinTag - GF-1012 NPTG - 8P	specifications
Max. print heads:	4
Max pallets:	8
Pallet size (Std pallet)	12.8" x 20.2" (325 x 514 mm)
(Honey comb pallet with Silicon sheet) Std print area (for all frames):	10" x 12" (254 x 305 mm)
Max print area:	12" x 14" (305 x 356 mm)
Std frame size (OD) (for all frames) Max screen frame thickness:	18" x 25" (457 x 635 mm) 1.0" ~ 1.5" (25.4 x 38 mm)
Inbuilt plugs to connect flash curing units:	3
Power consumption (without flash curing):	2.12 kW
Electrical specifications (with flash curing): (max 3 flash curing units)	440 V, 3 ph, 50/60Hz, 20.12 kW, 30 Amps per phase
Electrical specifications as per US & European std:	Available on request
Squeegee rubber specification:	8 x 30 mm (0.31" x 1.18")
Total machine height:	86.6" (2.2 mtr) (7.2 ft)
Base dimension (L x W):	98 x 88 cm (3.2 x 2.9 ft) (39" x 35")
Machine diameter:	8.9 ft (2.7 mtr) (106.7")
Total machine weight (with flash curing):	710 kg (1565 lb)

(Note: Use servo stabilizer for voltage controller for safety of machine from excess voltage from main supply).

Applications:

Grafica's nano-prinTag can be used to print tagless neck label, High density labels & logos for t-shirts/shirts, Pocket/shoulder logo printing, Socks/Handkerchief, Hand gloves, Jeans pocket, Vest/underwear/ innerwear, Caps, Transfers & high density labels, All types of hosiery, garments & apparels, And many more. By printing these labels directly on to garments and apparels, garment/apparel manufactures can now save lot of time.

TITAN

CARACTERÍSTICAS ESTÁNDARES

Innovación Eficiente

- Tasa de consumo de aire más baja en una prensa de nivel inicial
- Menos costo operativo y la posibilidad de tener una tienda "más ecológica"
- Exclusivas abrazaderas rápidas sin aire que garantiza un agarre uniforme en cualquier tipo de marco o espesor

Tecnología avanzada

- Un servo indexer de alta calidad de tipo tornillo lineal
- Cilindro superior de clic calibrado para control central fuera de contacto

Disponibles con más configuraciones de estaciones / color que cualquier otra máquina automática de nivel de entrada en la industria, en configuraciones de:

- 6 estaciones / 2 colores - 12 estaciones / 11 colores
- Área máxima de impresión es de 16 "x 18"

INTERFACE DEL CONTROL

- Sistema Operativo Aries : el mismo sistema operativo líder en la industria, intuitivo que está en nuestra VOLT de alta gama
- Pantalla táctil de 15 pulgadas con acceso de un solo toque a todos los ajustes de trabajo y funciones para ajustes acelerados
- Fácil acceso a cada cabezal de impresión con nuestro brazo oscilante giratorio
- Acceso rápido al manual del operador

SISTEMA DE INDEXER

- Indexer neumático con dirección del sentido de las agujas del reloj
- Servo indexer con dirección antihorario, horario y medio index

CABEZALES DE IMPRESIÓN

- Cabezales de impresión accionados neumáticamente o cabezales de impresión A / C
- Control independiente de la velocidad de flood/print
- Ajustes de carrera de impresión delantera y trasera
- Ajuste de ángulo de squeegee/floodbar de una sola mano con un rango de 0° - 30°
- Los mandos de squeegee/floodbar proporcionan ajustes de presión sencillos
- Programas Step-Back, Multi Step-Back y Modo de Ciclo disponibles con servo indexer, y modelos neumáticos en configuraciones de 6 estaciones, 5 colores o más pequeños

REGISTRO

- Tres puntos reales de micro-registro (frente-atrás, izquierda-derecha y movimiento de rotación) Permite ajustes precisos y rápidos
- Acepta los sistemas de pre-registros más comunes disponibles en el mercado

SISTEMA DE LAS PALETAS

- Paletas tipo deslizante
- Bloqueo sin herramientas
- Sistema de nivelación de paletas preciso de cuatro puntos
- Estándar de 16" x 22" de aluminio sólido, paletas de perfil bajo recubiertas de goma

SALTO DE CAMISA CON BOTÓN DE PRESIÓN

- Ahorre tiempo y suministros impidiendo que la máquina imprima en paletas vacías con nuestra función salto de camisa en el panel de control
- Detenga la impresión en caso de una camisa este colocada incorrectamente con el botón de presión

SISTEMA DE SEGURIDAD

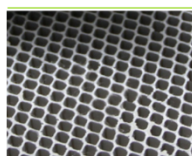
- Garantice la seguridad durante el montaje y el funcionamiento de la prensa con nuestras barras de seguridad patentadas ubicadas entre cada cabezal de impresión y en cada lado de la estación de carga y descarga

FUERA DE CONTACTO CENTRA

- El mecanismo más avanzado de fuera de contacto central en el mercado
- Mecanismo de calibrado click permite hacer ajustes precisos de hasta 2/5 de pulgada en .005" puede hacer incrementos resultando en 80 en la configuración de fuera de contacto, muy por encima del estándar de la industria para el control máximo al imprimir

ROQPRINT YOU	P08 M	P10 M	P12 XL	P14 XL	P16 XL	P18 XL	P20 XL	P22 XL
nº de colores (max.)	7	9	10	12	14	16	18	20
nº de paletas	8	10	12	14	16	18	20	22
nº max. conexiones de presecados (opcional)	3	4	5	6	7	8	9	10
medida max. de estampado útil (mm/")	400 x 500 / 16" x 20"			500 x 700 / 20" x 28" 850 x 1000 / 33" x 39" *				
medida max. de pantalla (mm/")	560 x 850 / 22" x 33"			660 x 1000 / 26" x 39" 1010 x 1300 / 39" x 51" *				
medida max. de paleta (mm/")	450 x 750 / 17" x 29"			550 x 950 / 21" x 37" 900 x 1240 / 35" x 48" *				
medida max. perfil pantalla (mm/")	50 x 50 / 2" x 2"							
precisión de rapport (mm/")	+0.025 / 0.001"							
producción máxima (piezas/h) **	1050			1000				
consumo de aire comprimido (l/min. 7 bar) ***	250 l/min - 8.9 cfm + numero de cada cabezal							
consumo máximo (kVA) ****	2	3	4	5	7	8	9	10
diámetro de la máquina (mm/')	3560 / 11.3'	3960 / 12.9'	5150 / 17.1'	5400 / 17.7'	5850 / 19.2'	6300 / 20.6'	6900 / 22.6'	7200 / 23'
altura total (mm/')	2415 / 7.1'	2465 / 8.1'	2585 / 8.5'	2625 / 8.7'	2630 / 8.8'	2790 / 9.1'	2900 / 9.6'	2900 / 9.6'
diámetro de la base (mm/')	1100 / 3.60'		1550 / 5.1'	1800 / 5.9'	2050 / 6.8'		2300 / 7.54'	

Características comunes en las máquinas de impresión:



PALETAS DE ALUMINIO CON ESTRUCTURA DE PANAL DE ABEJA

Esta estructura interior de las paletas ROQ presenta varias ventajas. Hace todo el conjunto más manejable (menor inercia) y fuerte, así como se hace más fácil de administrar las temperaturas de las mismas.



CONSOLA CENTRAL CON PANTALLA LCD TÁCTIL

Las máquinas ROQ y sus accesorios son controlados a partir de la consola central, que es un terminal LCD táctil y policromático que sirve de interfaz entre el software y la máquina.



PANEL DE CONTROL DE FUNCIONES INDIVIDUAL EN CADA CABEZAL DE IMPRESIÓN

Todos los cabezales de impresión vienen equipados con un panel de comando individual que permite un control absoluto sobre la máquina por parte del operador.



ELEVACIÓN DE LOS CABEZALES PARA FÁCIL LIMPIEZA DE LOS MARCOS

Los cabezales de impresión poseen un sistema manual que permite levantar el cabezal de impresión para que la limpieza de marcos se realice sin ningún esfuerzo físico. Con excepción de OVAL EVOLUTION, en esta máquina este proceso es automatizado.



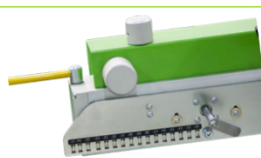
SISTEMA DE SUJECIÓN DE MARCOS NEUMÁTICA EN "U"



OPCIONAL PARA APRIETE "U":
SISTEMA UNIREG



SISTEMA DE SUJECIÓN DE MARCOS NEUMÁTICA MEDIANTE PERNOS



OPCIONAL PARA APRIETE DE PERNOS:
SISTEMA NEWMAN



PROPIEDADES DEL CABEZAL DE IMPRESIÓN

Todos los cabezales de impresión están equipados con regulación de altura, ángulo y curso de los raseros así como velocidad de impresión y de recubrimiento. El movimiento de las mismas es eléctrico con variador AC con excepción de la NANO que es neumática.



SISTEMA DE MICRO REGISTRO DE MARCOS CON ESCALA VERNIER

Sistema de precisión que permite un exacto, simple y rápido acierto final de los marcos.



COLOCACIÓN DEL PRESECADO POR DEBAJO DE LOS CABEZALES DE IMPRESIÓN

Las unidades de la línea ROQDRI se montan por debajo de los cabezales de impresión quedando unidas directamente al cuerpo de la máquina sincronizando su funcionamiento y eliminando la necesidad de cables de alimentación extra. Con excepción de la NANO en la que el presecado ya viene incorporado a la máquina.



CONEXIÓN DE CONTROL Y POTENCIA DEL PRESECADO A LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

Todos los accesorios de las máquinas ROQPRINT se conectan directamente al cuerpo de la máquina. Estas conexiones pueden incluir aire comprimido, energía y cable de control que permite sincronizar el accesorio con la máquina.



CONEXIÓN DE CONTROL Y POTENCIA DEL PRESECADO A LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

Todos los accesorios de las máquinas ROQPRINT se conectan directamente al cuerpo de la máquina. Estas conexiones pueden incluir aire comprimido, energía y cable de control que permite sincronizar el accesorio con la máquina.



FUNCIÓN SKIP

Permite al operador indicar a la máquina que ignore determinada paleta donde no fue posible colocar la pieza. Al no imprimir en la paleta vacía ahorrará energía y consumibles entre otros. Puede tener la forma de un pedal o de un botón.

- Paletas de aluminio con estructura de panal de abeja (i)
- Rasero con movimiento eléctrico con variador de AC (i)
- Panel de control de funciones individual en cada cabezal de impresión (i)
- Sistema de sujeción de marcos neumática mediante pernos o en "U" (i)
- Elevación central de los cabezales de impresión (i)
- Sistema de rotación mediante variador de frecuencia para obtener un índice rápido y suave (i)
- Elevación de los cabezales para fácil limpieza de los marcos (i)
- Consola central con pantalla LCD táctil (10") (i)
- Sistema de micro registro de marcos con escala Vernier (i)
- Controles individuales para velocidad de impresión y recubrimiento, altura y ángulo de los raseros así como del curso de las mismas (i)
- Colocación del presecado por debajo de los cabezales de impresión (i)

:: OPCIONES

- YOU VACUUM: VERSIÓN CON PALETAS CON SUCCIÓN POR VACÍO (p. 21)
- PUNTEROS LÁSER (p. 23)
- CONEXIÓN DE COMANDO, SUMINISTRO Y AIRE COMPRIMIDO PARA CUALQUIER ACCESORIO EN LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA (p. 23)
- UNIDADES ROQDRI DE PRESECADO (p. 16-17)
- COMPATIBLE CON LAS ESTACIONES ROQFLOCK (p. 18) Y ROQPRESS FOIL (p. 20)
- FUNCIÓN SKIP (p. 23)

ANEXO D

PROPIEDADES DE LOS ACEROS

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 Gr A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X42	42	290	60	415

ANEXO E

PROPIEDADES EJE ACERO PLATA


ACERO PLATA
DIN 1.2210 115CrV3 – ASTM L2 – JIS SKS43

FT 03_005

Estado de suministro

Formas y color:

Bajo tratamiento térmico de recocido
Tolerancia ISO 286-2 h8



Características

La designación de “Acero Plata” se debe a la superficie brillante y plateada que estos aceros rectificadas adquieren después de un acabado de pulido. Combinan una alta dureza con gran capacidad de corte. Constituyen una clase especial de aceros para trabajos en frío.

Composición química (% en peso)

	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%V
Mín.	1.10	0.10	0.30	-	-	0.40	0.12
Máx.	1.20	0.25	0.40	0.035	0.035	0.50	0.70

Densidad: 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

Propiedades mecánicas mínimas estimadas SAE J1397

- **Tracción:** 730 – 770 MPa
- **Fluencia:** 580 – 610 MPa
- **Elongación:** 17 – 19%
- **Dureza en estado de recocido:** 180 – 285 Brinell (HB)
- **Dureza obtenido en tratamiento de temple:** Hasta 65 HRC

Aplicaciones

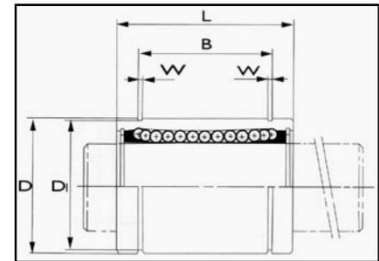
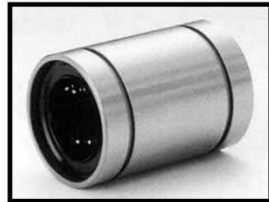
Se utiliza en la fabricación de herramientas y piezas de precisión, como punzones, guías y vástagos, muestras de tipo botón y trozos irregulares, machos de roscar, fresas, herramientas de brocar, sacadores de perforación, los pernos expulsores, brocas y llaves, instrumentos quirúrgicos, escariadores, avellanadores, clavijas, las herramientas de grabado, sierras para cortar metal, taladros dentadas, raspando herramientas, cortadoras de artes de pesca, mortaja, cinceles de madera, barras de guía, entre otras.

ANEXO F

CARACTERÍSTICAS RODAMIENTO LINEAL

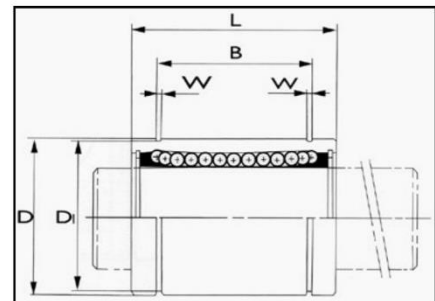
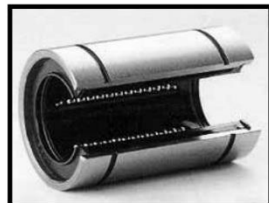
G2K LINEAR

LM



PART	d	D	L	B	W	Circuits	C (kgf)	C ₀ (kgf)	Weight (g)
LM 8 UU	8	15	24	17.5	1.1	4	27	41	16
LM 10 UU	10	19	29	22	1.3	4	38	56	30
LM 12 UU	12	21	30	23	1.3	4	42	61	32
LM 16 UU	16	28	37	26.5	1.6	5	79	120	69
LM 20 UU	20	32	42	30.5	1.6	5	88	140	87
LM 25 UU	25	40	59	41	1.85	6	100	160	220
LM 30 UU	30	45	64	44.5	1.85	6	160	280	250
LM 40 UU	40	60	80	60.5	2.1	6	220	410	585
LM 50 UU	50	80	100	74	2.6	6	390	810	1580
LM 60 UU	60	90	110	85	3.15	6	480	1020	2000

LM..OP



PART	d	D	L	B	W	Circuits	C (kgf)	C ₀ (kgf)	Weight (g)	Angle
LM 12 UU OP	12	21	30	23	1.3	4	42	61	32	80
LM 16 UU OP	16	28	37	26.5	1.6	5	79	120	69	60
LM 20 UU OP	20	32	42	30.5	1.6	5	88	140	87	60
LM 25 UU OP	25	40	59	41	1.85	6	100	160	220	50
LM 30 UU OP	30	45	64	44.5	1.85	6	160	280	250	50
LM 40 UU OP	40	60	80	60.5	2.1	6	220	410	585	50
LM 50 UU OP	50	80	100	74	2.6	6	390	810	1580	50
LM 60 UU OP	60	90	110	85	3.15	6	480	1020	2000	50

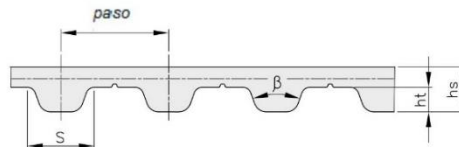
ANEXO G

CARACTERÍSTICAS CORREA DENTADA



CORREAS DENTADAS PASO METRICO SERIE "T" - DIN 7721-1

METRIC BELTS "T" - DIN 7721-1



MATERIAL: POLIURETANO CON ALMA DE ACERO.

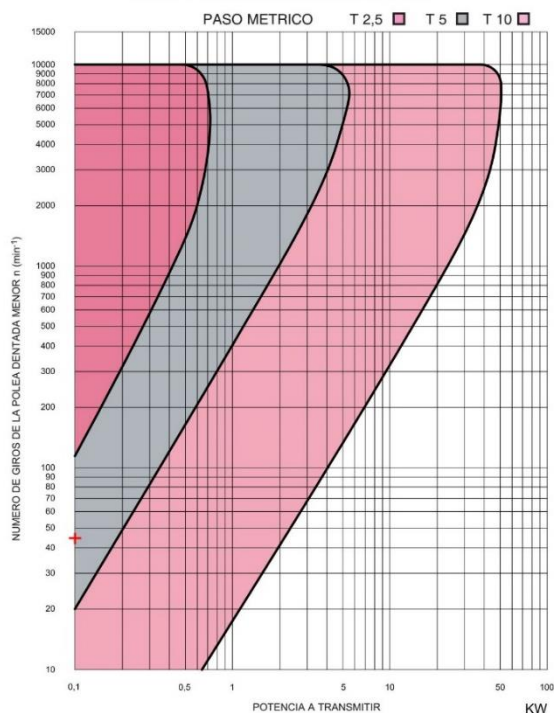
DIMENSIONAMIENTO Y TOLERANCIA EN EL ESPESOR SIZES AND TOLERANCES OF THE THICKNESS

tipo	paso mm	hs mm	tol. mm	ht mm	S mm	β grados
T 2,5	2,5	1,3	±0,15	0,7	1,50	40
T 5	5	2,2	±0,15	1,2	2,65	40
T 10	10	4,5	±0,30	2,5	5,30	40

TOLERANCIA EN LA ANCHURA WIDTH TOLERANCES

paso mm	anchura mm	tolerancia mm
2,5	6	± 0,30
5	10	± 0,50
5	16	± 0,50
5	25	± 0,50
10	16	± 0,50
10	25	± 0,50
10	32	± 0,50
10	50	± 0,50

ELECCION DEL PASO DE LA CORREA DENTADA BELT PITCH SELECTION CHART



TOLERANCIA EN LA LONGITUD LENGTH TOLERANCES

longitud primitiva mm	tolerancia mm
≤ 305	± 0,28
> 305 - 390	± 0,32
> 390 - 525	± 0,36
> 525 - 630	± 0,42
> 630 - 780	± 0,48
> 780 - 990	± 0,51
> 990 - 1250	± 0,64
> 1250 - 1560	± 0,76
> 1560 - 1960	± 0,88
> 1960 - 2250	± 1,04

ANEXO H

CARACTERÍSTICAS DEL PLC

SIEMENS

Hoja de datos

6ED1052-1CC00-0BA6

LOGO! 24, MODULO LOGICO, DISPLAY AL/E/S: 24V/24V/24V
TRANS., 8ED (4EA)/4SD, MEM. 200 BLOQUES, AMPLIABLE
MODULARMENTE

Display	
Con display	Sí
Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	Sí
• 24 V DC	
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Transistor
Protección contra cortocircuito	Sí; eléctrica (1 A)
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
— con carga resistiva, máx.	0,3 A
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	Sí
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección según EN 60529	Sí
• IP20	
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
Homologación FM	Sí
desarrollado conforme a IEC 61131	Sí
según VDE 0631	Sí
Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	0 °C
• máx.	55 °C
Dimensiones	
Ancho	72 mm
Alto	90 mm
Profundidad	55 mm

ANEXO I

CARACTERÍSTICAS FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL PLC

SIEMENS

Hoja de datos

6EP1332-1SH42

LOGO!POWER 24 V/2,5 A
 LOGO!Power 24 V fuente alimentación estabiliz. entrada: 100-240 V
 AC salida: 24 V DC/2,5 A

Entrada	
Entrada	AC monofásica
Tensión nominal U_e nom	100 ... 240 V
Rango de tensión AC	85 ... 264 V
Entrada de rango amplio	Sí
Resistencia a sobretensiones	2,3 x U_e nom, 1,3 ms
Respaldo de red con la nom, mín.	40 ms; Con $U_e = 187$ V
Frecuencia nominal de red 1	50 Hz
Frecuencia nominal de red 2	60 Hz
Rango de frecuencia de red	47 ... 63 Hz
Corriente de entrada	
<ul style="list-style-type: none"> • con valor nominal de la tensión de entrada 120 V 	1,22 A
<ul style="list-style-type: none"> • con valor nominal de la tensión de entrada 230 V 	0,66 A
Limitación de la intensidad de conexión (+ 25 °C), máx.	30 A
I^2t , máx.	3 A ² ·s
Fusible de entrada incorporado	Interno
Protección del cable de red (IEC 898)	Interruptor magnetotérmico recomendado: a partir de 16 A, característica B o a partir de 10 A, característica C
Salida	
Salida	Tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente
Tensión nominal U_s nom DC	24 V
Tolerancia total, estática ±	3 %
Compens. estática variación de red, aprox.	0,1 %
Compens. estática variación de carga, aprox.	1,5 %
Ondulación residual entre picos, máx.	200 mV
Ondulación residual entre picos, típ.	10 mV
Spikes entre picos, máx. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	300 mV
Spikes entre picos, típ. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	40 mV
Rango de ajuste	22,2 ... 26,4 V
Función del producto Tensión de salida es ajustable	Sí
Ajuste de la tensión de salida	Mediante potenciómetro
Pantalla normal	LED verde para tensión de salida O. K.
Comportamiento al conectar desconectar	Sin rebase transitorio de U_a (arranque suave)
Retardo de arranque, máx.	0,5 s
Subida de tensión, típ.	10 ms
Intensidad nominal I_a nom	2,5 A
Rango de intensidad	0 ... 2,5 A
potencia activa entregada típico	60 W
Posibilidad de conex. en paralelo para aumento de potencia	Sí
Número de equipos conectables en paralelo para aumentar la potencia, unidades	2

ANEXO J

CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO DE EXPANSIÓN DEL PLC

SIEMENS

Hoja de datos

6ED1055-1CB10-0BA0

LOGO! DM16 24 MOD. AMPLIACION, AL/E/S: 24V DC/24V
DC/TRANS., 8 ED/8 SD, 4 MODULOS

Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8
Tensión de entrada	
• Tipo de tensión de entrada	DC
• para señal "0"	< 5 V DC
• para señal "1"	> 12 V DC
Intensidad de entrada	
• para señal "0", máx. (intensidad de reposo admisible)	0,85 mA
• para señal "1", típ.	1,5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada) para entradas estándar	
— en transición "0" a "1", máx.	1,5 ms
— en transición "1" a "0", máx.	1,5 ms
Salidas digitales	
Número de salidas	8
Protección contra cortocircuito	Sí
Ataque de una entrada digital	Sí
Intensidad de salida	
• para señal "1" valor nominal	0,3 A
Conexión en paralelo de dos salidas	
• para aumentar la potencia	No
Frecuencia de conmutación	
• con carga resistiva, máx.	10 Hz
• con carga inductiva, máx.	0,5 Hz
Dimensiones	
Ancho	72 mm; 4 mód.
Alto	90 mm
Profundidad	53 mm
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	0 °C
• máx.	55 °C
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí

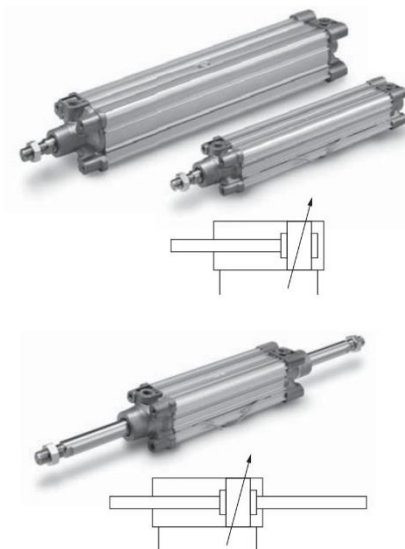
ANEXO K

CARACTERÍSTICAS DE LOS ACTUADORES NEUMÁTICOS

ISO 15552 Cilindro neumático: Modelo estándar

Doble efecto con vástago simple/doble **Serie CP96**

Características técnicas



Diámetro [mm]	32	40	50	63	80	100	125
Funcionamiento	Doble efecto						
Fluido	Aire						
Presión de prueba	1.5 MPa						
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa						
Presión mín. de trabajo	0.05 MPa						
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -20 a 70 °C (sin congelación) Con detector magnético: -10 a 60 °C (sin congelación)						
Lubricación	No necesaria (sin lubricación)						
Velocidad del émbolo	50 a 1000 mm/s					50 a 700 mm/s	
Tolerancia de carrera admisible	Carrera hasta 500: $^{+2}_0$, carrera 501 a 1000: $^{+2.4}_0$, Carrera de 1001 a 1500: $^{+2.8}_0$, carrera 1501 a 2000: $^{+3.2}_0$						
Amortiguación	Amortiguación neumática en ambos extremos + Amortiguación elástica					Amortiguación neumática en ambos extremos	
Tamaño de conexión	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2
Montaje	Básico, escuadra, brida anterior, brida posterior, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra						

Carreras estándar

Diámetro [mm]	Carrera estándar [mm]	Carrera máx. *
32	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	2000
40	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	2000
50	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	2000
63	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600	2000
80	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	2000
100	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 700, 800	2000
125	—	2000

Carreras intermedias disponibles.

* Consulte con SMC para carreras más largas.

** Los modelos de Ø 125 y de doble vástago se fabrican bajo demanda en cualquier carrera.

Accesorios

Montaje		Básico	Escuadra	Brida de culata anterior	Brida de culata posterior	Fijación oscilante macho	Fijación oscilante hembra
Estándar	Tuerca del vástago	●	●	●	●	●	●
	Eje de fijación oscilante	—	—	—	—	—	●
Opción	Rótula articulada de vástago	●	●	●	●	●	●
	Fijación del vástago	●	●	●	●	●	●
	Fuelle	●	●	●	●	●	●

* No use una rótula articulada de vástago (o junta flotante) junto con una fijación oscilante macho con rótula articulada (o fijación oscilante hembra con rótula articulada).

* Consulte las páginas 11 a 14 para las dimensiones y referencias de los accesorios.



Ejecuciones especiales

(Consulte las págs. 22 a 29 para más detalles.)

Símbolo	Especificaciones
-XA□	Modificación de la rótula articulada
-XB6	Cilindro resistente a altas temperaturas (-10 a 150 °C)
-XC4	Con rascador reforzado
-XC7	Tirante, tuerca de tirante, etc. de acero inoxidable
-XC10	Cilindro multiposicional/doble vástago
-XC11	Cilindro de carrera doble con vástago simple
-XC22	Junta de goma fluorada
-XC35	Con rascador metálico
-XC65	Fabricado en acero inoxidable (Combinación de -XC7 y -XC68)
-XC68	Fabricado en acero inoxidable (con vástago de cromado duro)
-XC88	Rascador metálico resistente a chispas de soldadura, doble retén de lubricante, grasa para soldadura (Vástago: Acero inoxidable 304)
-XC89	Rascador metálico resistente a chispas de soldadura, doble retén de lubricante, grasa para soldadura (Vástago: S45C)

Consulte las páginas 19 y 20 en lo referente a los cilindros con detectores magnéticos.

- Posición adecuada de montaje del detector magnético (detección en final de carrera)
- Carrera mínima para el montaje de detectores magnéticos
- Rango de trabajo
- Montaje y desplazamiento del detector magnético

⚠ Precauciones

Lea detenidamente las siguientes instrucciones antes de su uso. Consulte las normas de seguridad en la contraportada. Consulte las precauciones sobre actuadores y detectores magnéticos en las "Precauciones en el manejo de productos SMC" o en el manual de funcionamiento en el sitio web de SMC <http://www.smc.eu>

Serie CP96

Esfuerzo teórico



Diámetro [mm]	Tamaño de vástago [mm]	Dirección de funcionamiento	Área del émbolo [mm ²]	Presión de trabajo [MPa]									
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
32	12	OUT	804	161	241	322	402	482	563	643	724	804	
		IN	691	138	207	276	346	415	484	553	622	691	
40	16	OUT	1257	251	377	503	629	754	880	1006	1131	1257	
		IN	1056	211	317	422	528	634	739	845	950	1056	
50	20	OUT	1963	393	589	785	982	1178	1374	1570	1767	1963	
		IN	1649	330	495	660	825	989	1154	1319	1484	1649	
63	20	OUT	3117	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2805	3117	
		IN	2803	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523	2803	
80	25	OUT	5027	1005	1508	2011	2514	3016	3519	4022	4524	5027	
		IN	4536	907	1361	1814	2268	2722	3175	3629	4082	4536	
100	25	OUT	7854	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7068	7854	
		IN	7363	1473	2209	2945	3682	4418	5154	5890	6627	7363	
125	32	OUT	12272	2454	3682	4909	6136	7363	8590	9817	11045	12272	
		IN	11468	2294	3440	4587	5734	6881	8027	9174	10321	11468	

Nota) Esfuerzo teórico [N] = Presión [MPa] x Área del émbolo [mm²]

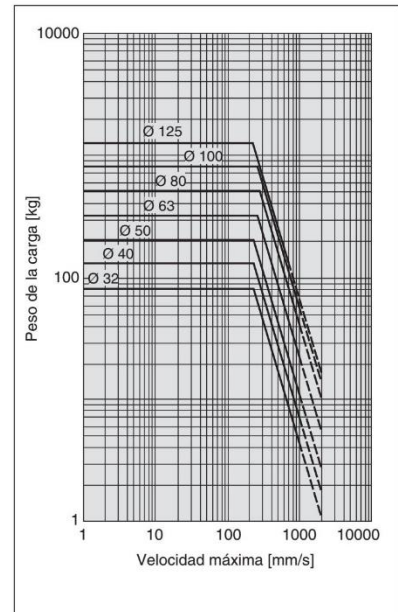
Pesos

Diámetro [mm]		32	40	50	63	80	100	125
Peso básico	Básico	0.46	0.66	1.14	1.48	2.42	3.25	6.82
	Escuadra	0.16	0.20	0.38	0.46	0.89	1.09	2.60
	Brida	0.20	0.23	0.47	0.58	1.30	1.81	4.10
	Fijación oscilante macho	0.16	0.23	0.37	0.60	1.07	1.73	4.15
	Fijación oscilante hembra	0.20	0.32	0.45	0.71	1.28	2.11	4.25
Peso adicional por cada 50 mm de carrera	Todas las fijaciones de montaje	0.14	0.18	0.30	0.32	0.49	0.54	0.84
Accesorios	Rótula articulada del vástago	0.07	0.11		0.22		0.40	1.20
	Fijación del vástago	0.09	0.15		0.34		0.69	1.84

Cálculo: Ejemplo) **CP96SD40-100C**

- Peso básico 0.66 [kg] (Básico, Ø 40)
 - Peso adicional 0.18 (kg/50 mm)
 - Carrera de cilindro 100 (mm)
 - Peso de fijación de montaje 0.32 [kg] (fijación oscilante hembra)
- $$0.66 + 0.18 \times 100 \div 50 + 0.32 = 1.32 \text{ kg}$$

Energía cinética admisible

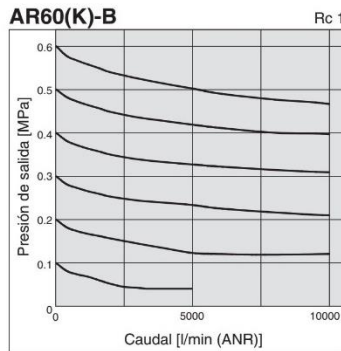
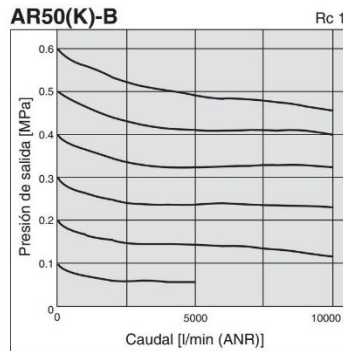
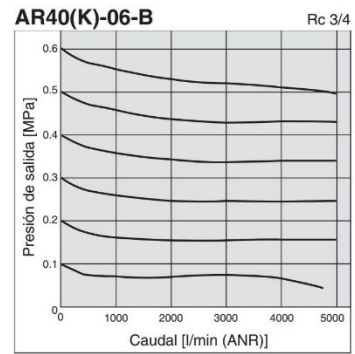
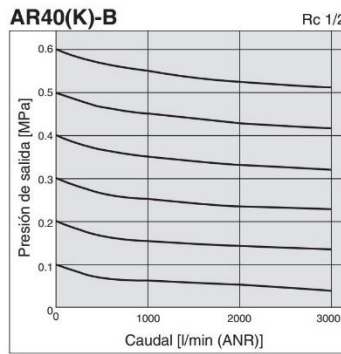
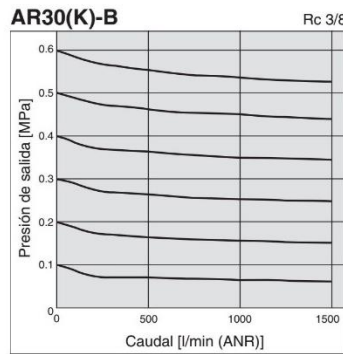
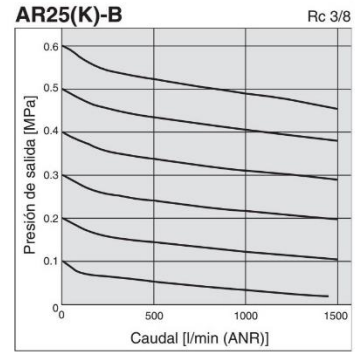
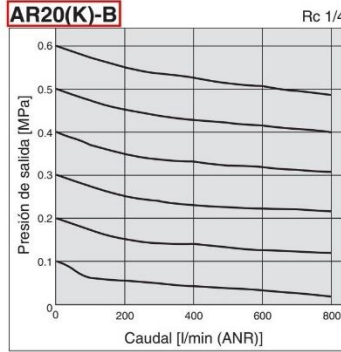
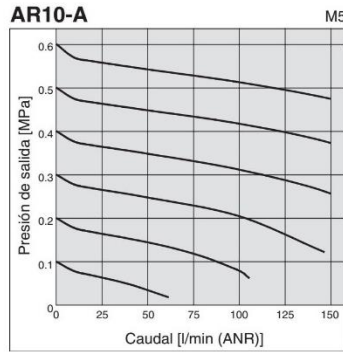


(Ejemplo) Encuentre el límite superior de carga del extremo del vástago para un cilindro neumático de Ø 63 operado a 500 mm/s. Desde el punto que indica 500 mm/s en el eje de abscisas, trace una línea hacia arriba y calcule el punto de intersección con la línea del diámetro 63. Trace una línea desde el punto de intersección hacia la izquierda para hallar un peso de carga de 80 kg.

Regulador **Serie AR10-A**
 Regulador **Serie AR20-B a AR60-B**
 Regulador con función de flujo inverso **Serie AR20K-B a AR60K-B**

Curvas de caudal (Valores representativos)

Condiciones: presión de entrada 0.7 MPa



- AC
- AF+AR+AL
- AW+AL
- AF+AR
- AF+AFM+AR
- AW+AFM
- Accesorios
- AF
- AFM / AFD
- AR
- AL
- AW

Regulador **Serie AR20-B a AR60-B**
Regulador con función de flujo inverso **Serie AR20K-B a AR60K-B**



AR20-B, AR20K-B AR40-B, AR40K-B

AC

AF+AR+AL

AW+AL

AF+AR

AF+AFM+AR

AW+AFM

Accesorios

AF

AFM / AFD

AR

AL

AW

	Símbolo	Descripción	1						
			Tamaño del cuerpo						
			20	25	30	40	50	60	
6	c	—	0.05 a 0.85 MPa	●	●	●	●	●	●
		1	0.02 a 0.2 MPa	●	●	●	●	●	●
				+					
	d	—	Modelo con alivio	●	●	●	●	●	●
		N	Modelo sin alivio	●	●	●	●	●	●
				+					
	e	—	Dirección del caudal: de izquierda a derecha	●	●	●	●	●	●
		R	Dirección del caudal: de derecha a izquierda	●	●	●	●	●	●
				+					
	f	—	Hacia abajo	●	●	●	●	●	●
Y		Hacia arriba	●	●	●	●	●	●	
			+						
g	—	Placa de identificación y manómetro en unidades imperiales: MPa	●	●	●	●	●	●	
	Z Nota 7)	Placa de identificación y manómetro en unidades imperiales: psi	○ Nota 9)	○ Nota 9)	○ Nota 9)	○ Nota 9)	○ Nota 9)	○ Nota 9)	
	ZA Nota 8)	Presostato digital: Con función para intercambiar unidades	△ Nota 10)	△ Nota 10)	△ Nota 10)	△ Nota 10)	△ Nota 10)	△ Nota 10)	

Nota 1) Regule la presión de entrada para que sea al menos 0.05 MPa superior a la presión de regulación.

Nota 2) Opción B, G, H, M no están montadas y se suministran sueltas.

Nota 3) El conjunto incluye una fijación y tuercas de fijación (AR20(K)-B a AR40(K)-B). Incluye 2 tornillos de fijación para AR50(K)-B y AR60(K)-B

Nota 4) Cuando se instale el manómetro, se instalará un manómetro de 1.0 MPa para el modelo estándar (0.85 MPa), mientras que se instalará un manómetro de 0.4 MPa para el modelo de 0.2 MPa.

Nota 5) Si selecciona H (montaje en panel), el espacio para la instalación del cable quedará limitado. En este caso, seleccione "entrada superior del cable" para la entrada eléctrica. (Seleccione "entrada inferior del cable" cuando emplee Y semi-estándar de forma simultánea.)

Nota 6) La presión se puede ajustar a un valor superior a la presión especificada en algunos casos, aunque debe usarse dentro del rango de especificación.

Nota 7) Para los tipos de rosca: NPT.

Manómetro redondo (con zonas en colores): No se puede usar con la opción M. Disponible bajo demanda como ejecución especial. El presostato digital va equipado con una función para intercambiar unidades, configurada inicialmente en PSI.

Nota 8) Para las opciones: E1, E2, E3, E4.

Nota 9) ○: Sólo para los tipos de rosca: NPT.

Nota 10) △: Disponible para las opciones: E1, E2, E3, E4.

Características técnicas estándar

Modelo	AR20-B	AR25-B	AR30-B	AR40-B	AR40-06-B	AR50-B	AR60-B
Tamaño de conexión	1/8, 1/4	1/4, 3/8	1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/4	3/4, 1	1
Conexión manómetro Nota 1)	1/8						
Fluido	Aire						
Temperatura ambiente y de fluido Nota 2)	-5 a 60 °C (sin congelación)						
Presión de prueba	1.5 MPa						
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa						
Rango de presión de ajuste	0.05 a 0.85 MPa						
Construcción	Modelo con alivio						
Peso [kg]	0.16	0.21	0.29	0.44	0.47	1.17	1.22

Nota 1) Las roscas de conexión del manómetro no están disponibles para unidades F.R.L. con manómetro cuadrado integrado.

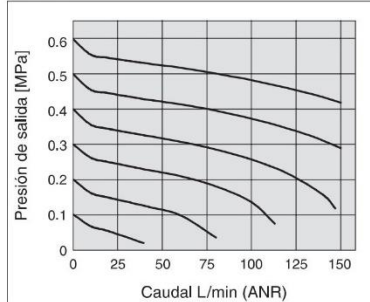
Nota 2) -5 a 50 °C para los productos con presostato digital.

Serie AC10-A a AC40-A

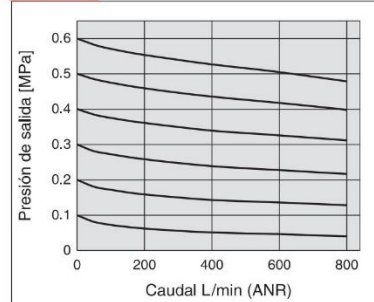
Curvas de caudal (Valores representativos)

Condiciones: presión de entrada 0.7 MPa

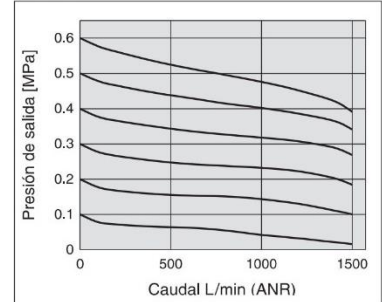
AC10-A M5 x 0.8



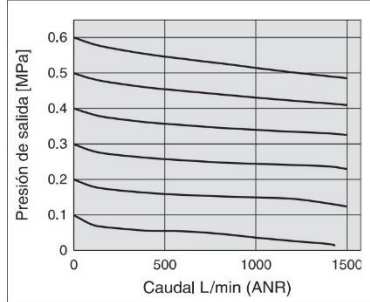
AC20-A Rc1/4



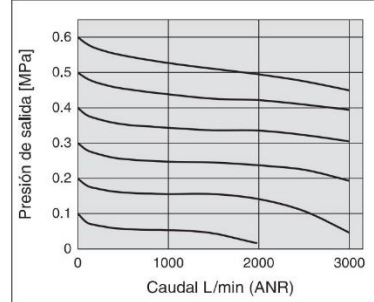
AC25-A Rc3/8



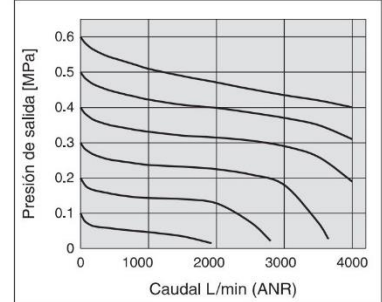
AC30-A Rc3/8



AC40-A Rc1/2



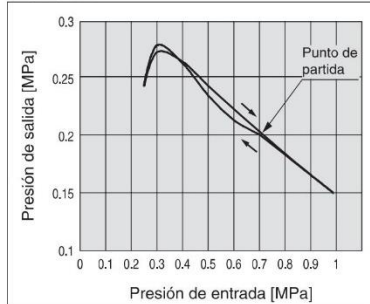
AC40-06-A Rc3/4



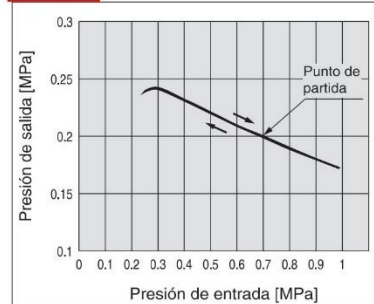
Curvas de presión (Valores representativos)

Condiciones: presión de entrada de 0.7 MPa, presión de salida de 0.2 MPa, caudal de 20 L/min (ANR)

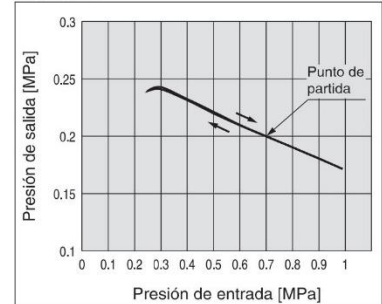
AC10-A



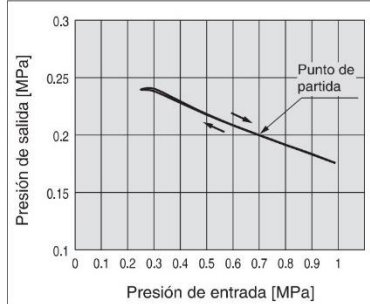
AC20-A



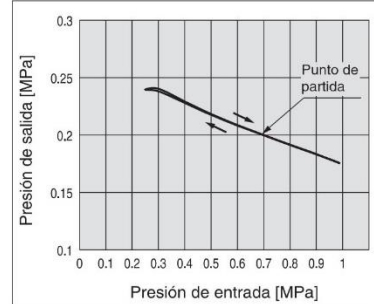
AC25-A



AC30-A



AC40-A/AC40-06-A



Combinaciones FRL estándar *Serie AC10-A a AC40-A*



	Símbolo	Descripción	① Tamaño del cuerpo					
			10	20	25	30	40	
6 Semi-estándar	i	—	Con grifo de purga	●	●	●	●	●
		J Nota 14	Guía de purga 1/8	—	●	—	—	—
		W Nota 15	Guía de purga 1/4	—	—	●	●	●
			Grifo de purga con conexión con boquilla (para tubo de nylon ø6 x ø4)	—	—	●	●	●
		+						
	j	—	Sin grifo de purga	●	●	●	●	●
		3 Nota 16	Lubricador con grifo de purga	●	●	●	●	●
		+						
	k	—	Modelo con alivio	●	●	●	●	●
		N	Modelo sin alivio	●	●	●	●	●
		+						
	l	—	Dirección del caudal: de izquierda a derecha	●	●	●	●	●
R		Dirección del caudal: de derecha a izquierda	●	●	●	●	●	
	+							
m	—	Placa de identificación y manómetro: MPa	●	●	●	●	●	
	Z Nota 17	Placa de identificación, placa de precaución para el vaso y manómetro: psi, "F"	○ Nota 18	○ Nota 18	○ Nota 18	○ Nota 18	○ Nota 18	

Nota 1) La guía de purga es NPT1/8 (aplicable a la serie AC20-A) y NPT1/4 (aplicable a las series AC25-A a AC40-A). La conexión para la purga automática viene con una conexión instantánea ø3/8" (aplicable a las series AC25-A a AC40-A).

Nota 2) La guía de purga es G1/8 (aplicable a la serie AC20-A) y G1/4 (aplicable a las series AC25-A a AC40-A).

Nota 3) Las opciones G y M no están montadas y se envían sueltas.

Nota 4) Cuando no se aplica presión, el mecanismo de purga automática no se activa y el condensado permanece en el vaso. No obstante, se recomienda eliminar el condensado residual antes de finalizar la jornada laboral.

Nota 5) Si el compresor es pequeño (0,75 kW, caudal de descarga inferior a 100 L/min [ANR]), al iniciarse el funcionamiento se puede producir una fuga

de aire por el grifo de purga. Se recomienda el uso del modelo N.C.

Nota 6) Cuando se instale el manómetro, se instalará un manómetro de 1,0 MPa para el modelo estándar (0,7 MPa), manómetro de 0,4 MPa para el modelo de 0,2 MPa (manómetro de 1,0 MPa solo para el modelo AC10-A).

Nota 7) No disponible con tamaño de conexión 06

Nota 8) La posición de fijación varía en función del espaciador en T o del montaje del presostato.

Nota 9) La presión se puede ajustar a un valor superior a la presión especificada en algunos casos, aunque debe usarse dentro del rango de especificación.

Nota 10) Consulte los datos de prod. químicos en la página 38 para ver la resistencia del vaso a prod. químicos.

Nota 11) Se suministra una protección del vaso como equipo estándar (policarbonato).

Nota 12) Se suministra una protección del vaso como equipo estándar (nylon).

Nota 13) Purga automática tipo flotador. No es posible la combinación de C y D.

Nota 14) Sin función de válvula.

Nota 15) La combinación de vaso metálico 2 y 8 no está disponible.

Nota 16) Al seleccionarlo con W (conexión de purga del filtro), el grifo de purga de un lubricador tendrá conexiones con boquilla.

Nota 17) Para los tipos de rosca de conexión M5 y NPT. En la unidad de presión se muestran los valores en MPa y PSI simultáneamente. No se puede utilizar con M: Manómetro redondo (con zonas en colores). Disponible bajo pedido como ejecución especial.

Nota 18) C: Para rosca de conexión M5 y NPT.

Características técnicas estándar

Modelo	AC10-A	AC20-A	AC25-A	AC30-A	AC40-A	AC40-06-A	
Componente	Filtro de aire [AF]	AF10-A	AF20-A	AF30-A	AF30-A	AF40-A	AF40-06-A
	Regulador [AR]	AR10-A	AR20-A	AR25-A	AR30-A	AR40-A	AR40-06-A
	Lubricador [AL]	AL10-A	AL20-A	AL30-A	AL30-A	AL40-A	AL40-06-A
Tamaño de conexión	M5 x 0,8	1/8, 1/4	1/4, 3/8	1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/4	
Tamaño de conexión de manómetro [AR]	1/16			1/8			
Fluido	Aire						
Temperatura ambiente y de fluido	-5 a 60°C (sin congelación)						
Presión de prueba	1,5 MPa						
Presión máx. de trabajo	1,0 MPa						
Rango de presión de regulación [AR]	0,05 a 0,7 MPa						
Grado de filtración nominal [AF]	5 µm						
Lubricante recomendado [AL]	Aceite de turbina de clase 1 (ISO VG32)						
Material del vaso [AF/AL]	Policarbonato						
Protección del vaso [AF/AL]	—	Semi-estándar (Acero)		Estándar (Policarbonato)			
Diseño [AR]	Modelo con alivio						
Peso [kg]	0,27	0,40	0,68	0,83	1,53	1,66	

AC

AF+AR+AL

AW+AL

AF+AR

AF+AFM+AR

AW+AFM

Accesorios

AF

AFM / AFD

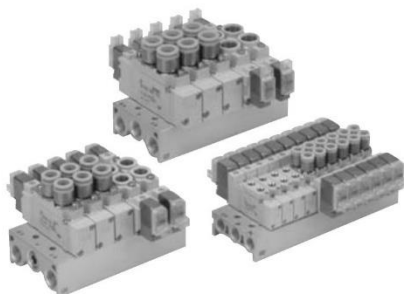
AR

AL

AW

Tipo **20**

Montaje con conexiones neumáticas sobre la válvula



Características técnicas del bloque

Tipo	SS5Y3-20	SS5Y5-20	SS5Y7-20
Válvula aplicable	SY3□20	SY5□20	SY7□20
Tipo de bloque	Base monoestable/montaje B		
P (ALIM./R (ESC.))	ALIM. común, ESC. común		
Estaciones de la válvula	de 2 a 20 estaciones ^{Nota 1)}		
Posición conexión A, B	Válvula		
Tamaño conexión	Conex. P, EA, EB	1/8	1/4
	Conexión A, B	M5 C4 (Conex. instantánea para ø4) C6 (Conex. instantánea para ø6)	1/8 C4 (Conex. instantánea para ø4) C6 (Conex. instantánea para ø6) C8 (Conex. instantánea para ø8)
Peso de la placa base W (g) n: Estaciones	W = 13n + 35	W = 36n + 64	W = 43n + 64

Nota 1) Para más de 10 estaciones (más de 5 estaciones en el caso de la serie SS5Y7), presurice la conexión P en ambos lados y libere la presión a través de la conexión EA y EB en ambos lados.
Nota 2) Véanse las "Opciones del bloque" en la pág. 56.

Características de caudal

Tipo	Tamaño conexión		Características de caudal							
	1, 5, 3 (P, EA, EB)	4, 2 (A, B)	1 → 4/2 (P → A/B)				4/2 → 5/3 (A/B → EA/EB)			
			C (dm ³ /(s·bar))	b	Cv	Ql/min(ANR)*	C (dm ³ /(s·bar))	b	Cv	Ql/min(ANR)*
SS5Y3-20	1/8	C6	0.72	0.29	0.18	182	0.80	0.36	0.21	212
SS5Y5-20	1/4	C8	1.9	0.28	0.48	477	2.2	0.20	0.53	527
SS5Y7-20	1/4	C10	3.6	0.31	0.93	921	3.6	0.27	0.88	898

Nota) Valores tipo para una placa base de 5 estaciones y válvulas de 2 posiciones activadas de una en una.

* Estos valores se han calculado según la norma ISO 6358 y corresponden al caudal medido en condiciones estándar a una presión de alimentación de 0.6 MPa (presión relativa) y a una presión diferencial de 0.1 MPa.

SY3000/5000/7000/9000

Montaje con conexiones neumáticas sobre la válvula

Características técnicas



Serie	SY3000	SY5000	SY7000	SY9000		
Fluido	Aire					
Rango de presión de trabajo (MPa)	2 posiciones, monoestable		0.15 a 0.7			
	2 posiciones, biestable		0.1 a 0.7			
	3 posiciones		0.2 a 0.7			
Temperatura ambiente y de fluido (°C)	-10 a 50 (Sin congelación. Consulte el anexo pág. 3)					
Frecuencia máx. de trabajo (Hz)	2 pos., monoestable, biestable		10	5	5	5
	3 posiciones		3	3	3	3
Accionamiento manual (Funcionamiento manual)	Pulsador sin enclavamiento. Enclavamiento para destornillador. Enclavamiento con mando giratorio.					
Método de escape pilotaje	Escape común para válvula principal y válvula de pilotaje					
Lubricación	No necesaria					
Posición de montaje	Cualquiera					
Resistencia a impactos/vibraciones (m/s ²) <small>Nota</small>	150/30					
Protección	A prueba de polvo (* conector DIN y conector M8: IP65)					

* Basado en IEC60529)

Nota) Resistencia a impactos: Supera la prueba de impacto a lo largo del eje y en ángulo recto con respecto a la válvula principal y al cuerpo, tanto en estado activado como en estado desactivado (valores en el estado inicial).

Resistencia a vibraciones: Supera prueba de barrido de frecuencias entre 45 y 2000 Hz. Las pruebas se llevan a cabo respecto a la válvula principal y la armadura, tanto en estado activado como en estado desactivado (valor en estado inicial).



Ejecuciones especiales
(Consulte las págs 199 y 213 para ver más detalles)

Características de las electroválvulas

Entrada eléctrica		Salida directa a cable (G), (H) Conector enchufable L (L) Conector enchufable M (M)	Conector DIN (D) Conector M8 (W)
Tensión de la bobina (V)	CC	G, H, L, M, W	D, DO
	CA 50/60 Hz	24, 12, 6, 5, 3	24, 12
Fluctuación de tensión admisible (%)		±10% de la tensión nominal*	
Consumo de potencia (W)	CC	Estándar 0.35 (Con indicador LED: 0.4 terminal DIN con LED: 0.45)	
	Con circuito de ahorro de energía	0.1 (sólo con LED indicador)	
Potencia aparente (VA) *	CA	100 V	0.78 (con LED indicador: 0.87)
		110 V	0.86 (con LED indicador: 0.97)
		[115 V]	[0.94 (con LED indicador: 1.07)]
		200 V	1.15 (con LED indicador: 1.30)
		220 V	1.27 (con LED indicador: 1.46)
[230 V]	[1.39 (con LED indicador: 1.60)]		
Supresor de picos de tensión		Diodo (Varistor para terminal DIN y modelo no polar)	
Indicador LED		LED (CA del conector DIN es una luz de neón)	

* En común entre 110 VCA y 115 VCA y entre 220 VCA y 230 VCA.

* Para 115 VCA y 230 VCA la tensión permitida es de -15% a +5% de la tensión nominal.

* Los tipos S, Z y T (con circuito de ahorro de energía) deben mantenerse dentro del siguiente rango de fluctuación de tensión permitido debido a una caída de tensión causada por el circuito interno.

Tipo S y Z: 24 VCC: -7% a +10%

12 VCC: -4% a +10%

Tipo T: 24 VCC: -8% a +10%

12 VCC: -6% a +10%

Tiempo de respuesta



Nota) Según el test de actuación dinámico, JIS B 8375-1981. (Temperatura de bobina 20°C, a tensión nominal, sin supresor de picos.)

SY3000

Tipo de función	Tiempo de respuesta (ms) (a 0.5 MPa)		
	Sin LED/ supresor de picos de tensión	Con LED/ supresor de picos de tensión	
		Tipos S, Z	Tipos R, U
2 pos., monoestable	12 máx.	15 máx.	12 máx.
2 pos., biestable	10 máx.	13 máx.	10 máx.
3 posiciones	15 máx.	20 máx.	16 máx.

SY7000

Tipo de función	Tiempo de respuesta (ms) (a 0.5 MPa)		
	Sin LED/ supresor de picos de tensión	Con LED/ supresor de picos de tensión	
		Tipos S, Z	Tipos R, U
2 pos., monoestable	31 máx.	38 máx.	33 máx.
2 pos., biestable	27 máx.	30 máx.	28 máx.
3 posiciones	50 máx.	56 máx.	50 máx.

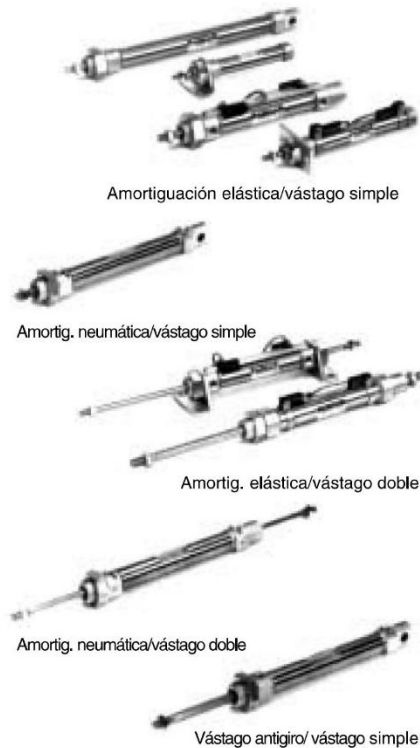
SY5000

Tipo de función	Tiempo de respuesta (ms) (a 0.5 MPa)		
	Sin LED/ supresor de picos de tensión	Con LED/ supresor de picos de tensión	
		Tipos S, Z	Tipos R, U
2 pos., monoestable	19 máx.	26 máx.	19 máx.
2 pos., biestable	18 máx.	22 máx.	18 máx.
3 posiciones	32 máx.	38 máx.	32 máx.

SY9000

Tipo de función	Tiempo de respuesta (ms) (a 0.5 MPa)		
	Sin LED/ supresor de picos de tensión	Con LED/ supresor de picos de tensión	
		Tipos S, Z	Tipos R, U
2 pos., monoestable	35 máx.	41 máx.	35 máx.
2 pos., biestable	35 máx.	41 máx.	35 máx.
3 posiciones	62 máx.	64 máx.	62 máx.

Cilindro ISO estándar, vástago antigiro: doble efecto **Serie C85**



Características técnicas

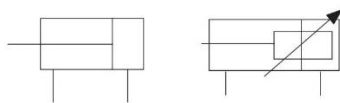
Diámetro (mm)	8	10	12	16	20	25	
Diám. del vástago (mm)	4	4	6	6	8	10	
Rosca del vástago	M4	M4	M6	M6	M8	M10 X 1.25	
Conexiones	M5	M5	M5	M5	G1/8	G1/8	
Funcionamiento	Doble efecto/vástago simple o doble						
Fluido	Aire						
Presión de prueba	1.5MPa						
Presión máx. de trabajo	1.0MPa						
Presión mín. de trabajo	0.1MPa	0.08MPa	0.05MPa				
Temperatura ambiente y de fluido	-20 a 80°C (Imán incorporado: -10 to 60°C)						
Amortiguación	amortig. elástica, amortiguación neumática (excepto ø8) (Antigiro: amortig. neumática)						
Lubricación	No es necesario. En caso necesario se recomienda aceite de turbina ISOVG32						
Fuelle	Tela de nilón	—				Temperatura ambiente máx. 60°C	
	Tela de neopreno	—				Temperatura ambiente máx. 110°C*	
Velocidad del émbolo	50 a 1500mm/s						
Energía cinética admisible	Amortig. elástica	0.02J	0.03J	0.04J	0.09J	0.27J	0.4J
	Amortiguación neumática	—	0.17J	0.19J	0.4J	0.66J	0.97J
Precisión antigiro**	±1° 30'	±1° 30'	±1°	±1°	±0° 42'	±0° 42'	
Tolerancia de carrera	0/+1				0/+1.4		

* Sólo Temperatura ambiente máx. de los muelles.

** Sólo aplicable a los modelos antigiro.

Símbolo

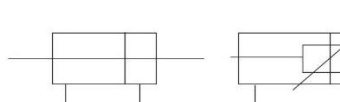
Doble efecto/vástago simple



Amortiguación elástica

Amortiguación neumática

Doble efecto/vástago doble



Amortiguación elástica

Amortiguación neumática

Vástago antigiro: doble efecto/vástago simple

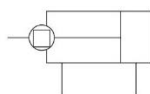


Tabla de pesos (vástago antigiro / estándar)

(g)

Diámetro (mm)	8	10	12	16	20	25		
Doble efecto	Peso básico		45	49	96	109	183(203)	258(286)
Vástago doble	Peso adicional por cada 10mm de carrera		3	3,2	6,2	7,2	11,8	18,4
Fijaciones de montaje	C85L□A		20		40		95	
	C85L□B		55		105		210	
	C85F□		12		25		90	
	C85T□		20		50		75	
	C85C□		20		40		85	
Accesorios	Rótula esférica	KJ□D	17		25		45	70
	Horquilla hembra	GKM□-□	10		20		50	100
	Junta flotante	JA□-□-□	10		20		50	70

Ejemplo de cálculo: C85N10-50, C85F10

Peso básico..... 49 (ø10)

Peso adicional..... 3,2/10mm of stroke

Carrera cilindro..... 50mm

Fijaciones de montaje..... 12

49+3.2 X 50/10=65 65+12=77

(): En caso de amortiguación neumática

Guía de Referencia rápida

C55

C85

C76

CP95

C95

X (Ejecuciones especiales)

D (Detectores magnéticos)

Selección de modelo

ANEXO L

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL RODAMIENTO

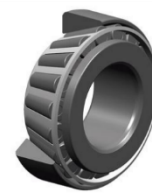


Características técnicas

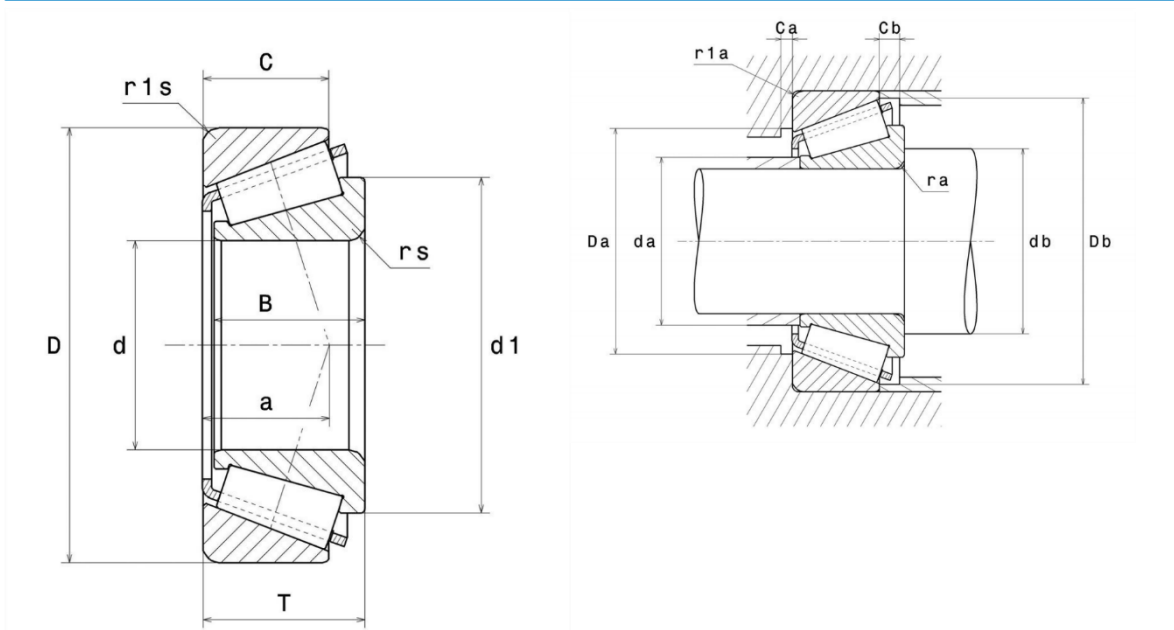
30212U

Rodamientos de rodillos cónicos de 1 hilera

Rodamiento de rodillos cónicos, jaula de chapa



Visual



Características técnicas

d	60 mm
D	110 mm
B	22 mm
C	19 mm
T	23,75 mm
d1	82 mm
a	22 mm
rs min	2 mm
r1s min	1,5 mm
e	0,4
Y2	1,48
Y0	0,81
Peso	0,95 kg
Referencia ISO355	T3EB060
Marca	NTN

Prestaciones

Capacidad de carga dinámica C	105 kN
Coefficiente A2 de material	1
Capacidad de carga estática, C0	125 kN
Carga límite de fatiga, Cu	15,2 kN
Nlim (aceite)	4 500 Tr/min
Nlim (grasa)	3 400 Tr/min
Temperatura mínima, Tmin	-40 °C
Temperatura máxima, Tmax	120 °C
Frecuencia propia jaula, FTF	0,43 Hz
Frecuencia propia cuerpos rodantes, BSF	6,36 Hz
Frecuencia propia anillo exterior, BPFO	8,09 Hz
Frecuencia propia anillo interior, BPFI	10,91 Hz

Definición de ejes y apoyos

da max	70 mm
db min	70 mm
Da min	96 mm
Da max	101,5 mm
Db min	103 mm
Ca min	4 mm
Cb min	4,5 mm
ra max	2 mm
r1a max	1,5 mm

ANEXO M

CATÁLOGO TUBERÍA DIPAC PRODUCTOS DE ACERO

TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

Especificaciones Generales

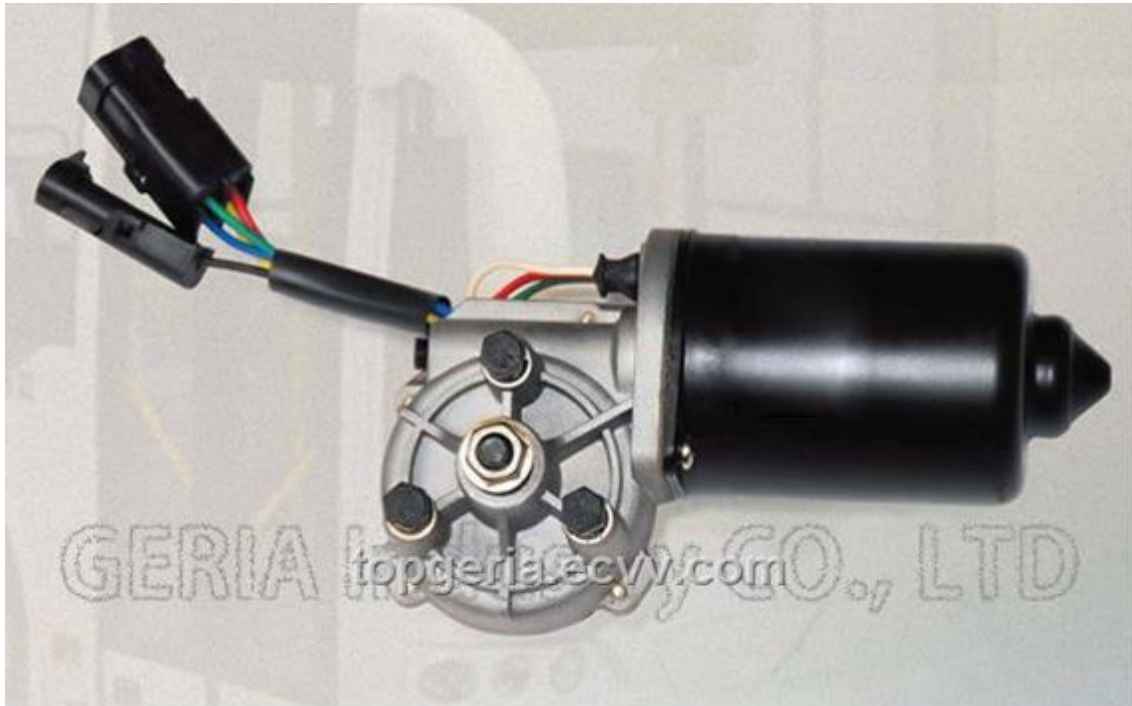
Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 12.00mm x 25.00mm a 40.00mm x 80.00mm
Espesor	Desde 2.00mm a 3.00mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-X			EJES Y-Y			
A mm	B mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12	0,88	0,88	0,83
20	40	1,5	1,35	1,65	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81
20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79
25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02
25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01
25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74	3,99	3,19	0,99
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80	3,32	2,21	1,21
30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21
30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	60	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26	7,94	3,97	1,65
40	60	2,0	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22	9,81	4,90	1,62
40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57
30	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28
30	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	80	1,5	2,76	3,74	31,75	7,94	2,91	10,77	5,39	1,70
40	80	2,0	3,66	4,54	37,32	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67
40	80	3,0	5,42	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63
50	100	2,0	4,52	5,74	74,94	14,99	3,61	25,65	10,26	2,11
50	100	3,0	6,71	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07
50	150	2,0	6,17	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
50	150	3,0	9,17	11,41	298,35	39,78	5,11	52,54	21,02	2,15

ANEXO N

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MOTOR

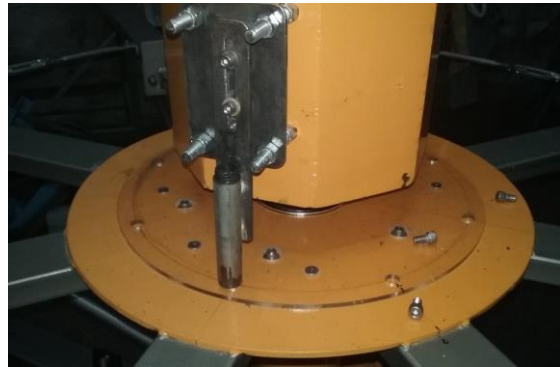


GERIA Basic technical parameter (WM6072) 30W

Voltage:	12V		24V	
Test Voltage:	13.5V		27V	
Braking Torque:	26N.m		26N.m	
Working Torque:	5N.m		5N.m	
	Low	High	Low	High
No-load Speed:	35 rpm	52 rpm	35 rpm	45 rpm
No-load Current:	1.4A	2.2A	1A	1.5A
Working Speed:	30 rpm	45 rpm	30 rpm	45 rpm
Working Current:	4.3A	6A	2.3A	3.2A
Noise	50dB	55dB	50dB	55dB

ANEXO O
FOTOGRAFÍAS





ANEXO P
PLANOS MECÁNICOS

ANEXO Q
ESQUEMA ELÉCTRICO Y CONTROL

ANEXO R
ESQUEMA NEUMÁTICO

ANEXO S
DIAGRAMA DE PROGRAMACIÓN