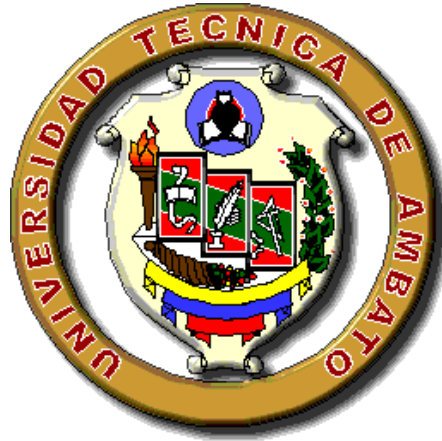


UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA



CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA

SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011

TEMA:

“ESTUDIO DEL PROCESO DE SERIGRAFÍA PARA DISMINUIR EL TIEMPO EN EL ESTAMPADO DE CAMISetas DE POLI ALGODÓN EN LA EMPRESA PRODUTEXTI.”

AUTOR:

LUIS MIGUEL NAVARRETE LÓPEZ

AMBATO – ECUADOR

2011

APROBACIÓN POR EL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de Investigación científica sobre el tema: “ESTUDIO DEL PROCESO DE SERIGRAFÍA PARA DISMINUIR EL TIEMPO EN EL ESTAMPADO DE CAMISETAS DE POLI ALGODÓN EN LA EMPRESA PRODUTEXTI.” del señor LUIS MIGUEL NAVARRETE LÓPEZ, estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo.

Ambato, 15 de agosto del 2011.

EL TUTOR

.....
Ing. Luis Escobar

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Los criterios emitidos en el Informe de Investigación:

“ESTUDIO DEL PROCESO DE SERIGRAFÍA PARA DISMINUIR EL TIEMPO EN EL ESTAMPADO DE CAMISETAS DE POLI ALGODÓN EN LA EMPRESA PRODUTEXTI” como también los contenidos, ideas, análisis, y propuesta son de exclusiva responsabilidad del autor de este trabajo de grado.

Ambato, 15 de Agosto del 2011.

EL AUTOR

.....

Luis Miguel Navarrete López

180374728 - 4

AGRADECIMIENTO:

En primer lugar agradezco a Dios y a mis padres ya que gracias a ellos con su incondicional apoyo y paciencia supieron darme la fuerza para cumplir esta meta y a mi esposa Verónica que siempre me apoya en todas las decisiones de mi vida.

Al Ing. Luis Escobar que me supo tener paciencia y ayudarme a culminar esta tesis, gracias por su invaluable guía.

Y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron conmigo en todos estos años de estudio un agradecimiento de todo corazón.

ÍNDICE GENERAL:

PAGINAS PRELIMINARES

APROBACIÓN POR EL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	III
AGRADECIMIENTO:.....	IV
DEDICATORIA:	V
ÍNDICE GENERAL:	VI
ÍNDICE TABLAS:.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS:	XII
RESUMEN EJECUTIVO	XIII
CAPITULO I.....	1
1. EL PROBLEMA.....	1
1.1. TEMA	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1. Contextualización del problema	1
1.2.2. Análisis crítico.	2
1.2.3. Prognosis.....	2
1.2.4. Formulación del problema.....	3
1.2.5. Preguntas directrices.	3
1.2.6. Delimitación del problema.....	3
1.2.6.1. Contenido.	3
1.2.6.2. Espacial.	3
1.2.6.3. Temporal.....	3
1.3. JUSTIFICACION.	3
1.4. OBJETIVOS.	4
CAPITULO II.....	5
2. MARCO TEORICO.	5
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.2. FUNDAMENTACION FILOSOFICA.	5
2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.3.1. Procesos de Manufactura	6
2.3.2. Fundamentos de la impresión serigrafía	6
2.3.2.1. Etapas básicas del proceso serigrafico	8
2.3.2.2. Ventajas de la serigrafía.....	8

2.3.2.3.	Campos de aplicación de la serigrafía.....	9
2.3.2.4.	Producción serigráfica	9
2.3.2.5.	Seguridad en el taller	10
2.3.2.6.	Conformidad con las especificaciones.....	11
2.3.3.	Estudio de tiempos con cronometro	13
2.3.3.1.	Definición	13
2.3.3.2.	Pasos para su realización	13
2.3.3.3.	Cronómetro.....	14
2.3.4.	Cámaras de videograbación.....	14
2.3.5.	Elementos del estudio de tiempos	15
2.3.5.1.	Elección del operario.	15
2.3.5.2.	Posición del observador.....	16
2.3.6.	División de la operación en elementos.....	16
2.3.6.1.	División de la operación en elementos.....	17
2.3.7.	Toma y registro de datos.	17
2.3.7.1.	Lectura continua.	17
2.3.7.2.	Lectura repetitiva.....	18
2.3.7.3.	Lectura acumulativa.....	18
2.3.8.	Neumática.....	19
2.3.8.1.	Cálculo de actuadores.....	19
2.3.8.2.	Dimensionado de los actuadores.....	19
2.3.9.	Cálculo de carga crítica de pandeo	23
2.3.10.	Cálculo del consumo de aire	25
2.3.11.	Conversión de litros de aire a presión en litros de aire libre.....	26
2.3.12.	Gasto de cilindros neumáticos.....	27
2.3.13.	Fórmulas para calcular el consumo del aire	28
2.3.14.	Longitud de cilindros neumáticos.....	29
2.3.15.	Velocidad del émbolo	29
2.3.16.	Actuadores de movimiento rectilíneo	31
2.3.17.	Válvulas	34
2.3.17.1.	Válvulas de vías o distribuidoras.....	35
2.3.17.2.	Representación.....	35
2.3.17.3.	Accionamiento	35

2.3.18. Diseño de ejes.....	36
2.3.19. Procedimiento de diseño de un eje.....	37
2.3.20. Diseño para sollicitación estática.....	38
2.3.21. Discriminación de los esfuerzos normales y cortantes.....	38
2.3.22. Teoría de la energía de distorsión (criterio de Von Mises-Hencky).....	39
2.3.23. Teoría de la máxima tensión de corte (criterio de Coulomb-Tresca).....	39
2.3.24. Diseño para sollicitación dinámica.....	40
2.4. CATEGORIAS FUNDAMENTALES.....	41
2.5. HIPOTESIS.....	42
2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPOTESIS.....	42
2.6.1. Variable independiente.....	42
2.6.2. Variable dependiente.....	42
2.6.3. Termino de relación.....	42
CAPITULO III.....	43
3. METODOLOGIA.....	43
3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.2. MODALIDAD BASICA DE INVESTIGACION.....	43
3.2.1. De campo.....	43
3.2.2. Bibliográfico.....	43
3.2.3. Experimental.....	43
3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACION.....	43
3.3.1. Descriptivos.....	43
3.3.2. Explicativos.....	44
3.4. POBLACION Y MUESTRA.....	44
3.4.1. Población o universo de estudio.....	44
3.5. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	44
3.6. PLAN DE RECOLECCION DE LA INVESTIGACION.....	45
3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.....	46
3.8. ANALISIS DE RESULTADOS.....	46
CAPITULO IV.....	47
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	47
4.1. PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN EL TIEMPO DE ESTAMPADO DE CAMISetas DE POLIALGODÓN.....	47

4.2. DETERMINACIÓN DEL PROCESO DE SERIGRAFÍA QUE UTILIZA LA EMPRESA PARA ESTAMPAR CAMISETAS DE POLIALGODON.....	52
4.2.1. Distribución del área de serigrafía empresa PRODUTEXTI	52
4.2.2. Diagrama general de proceso para la distribución de planta por proceso.....	52
4.3. ESTUDIO DE TIEMPOS	54
4.3.1.1. Tiempos totales utilizados en el proceso de serigrafía para un lote completo	60
CAPITULO V.....	61
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1. CONCLUSIONES	61
5.2. RECOMENDACIONES	62
CAPITULO VI.....	63
6. PROPUESTA.....	63
6.1. DATOS INFORMATIVOS	63
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	63
6.3. JUSTIFICACIÓN	63
6.4. OBJETIVOS	64
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	64
6.6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA	65
6.6.1. Diagrama de flujo propuesto para el proceso de serigrafía.	65
6.6.2. Determinación de los elementos a ser utilizados para la mecanización del proceso de serigrafía.....	66
6.6.3. Diseño del circuito neumático	66
6.6.3.1. Método pasó a paso	66
6.6.4. Selección del actuador lineal neumático para levantar el brazo serigrafico	68
6.6.4.1. Calculo de la fuerza para levantar el brazo serigrafico.....	68
6.6.4.2. Selección del actuador.....	68
6.6.4.3. Calculo de soporte a pandeo del vástago del actuador φ 35 mm.....	70
6.6.4.4. Cálculo del consumo de aire	71
6.6.4.5. Velocidad del émbolo.	71
6.6.5. Selección del actuador lineal neumático para el raclado mecánico.....	71
6.6.5.1. Calculo de la fuerza para esparcir la pintura sobre la camiseta.	71
6.6.5.2. Selección del actuador.....	72
6.6.5.3. Cálculo del consumo de aire	72
6.6.5.4. Velocidad del émbolo.	72

6.6.6.	Calculo de la viga soporte de la base	73
6.6.6.1.	Válvulas	76
6.6.6.2.	Selección del Controlador del sistema neumático.	77
6.6.7.	Pruebas con el sistema neumático.	80
6.7.	METODOLOGIA	81
6.7.1.	Investigación	81
6.7.2.	Construcción e instalación del sistema neumático.....	81
6.7.3.	Construcción e instalación del sistema de control.	84
6.8.	ADMINISTRACIÓN.....	85
6.8.1.	Análisis de costos.....	85
6.8.1.1.	Costos directos (C.D.).....	86
6.8.1.2.	Costos indirectos (C.I.)	87
6.8.1.3.	Costo maquinaria (Cm)	87
6.8.1.4.	Mano de obra (Cmo).....	87
6.8.1.5.	Costos varios (Cv).....	87
6.8.1.6.	Costo indirecto total (C.I.).....	88
6.8.2.	Costo total.....	88
6.8.3.	Cálculo del TMAR	88
6.8.4.	Recuperación de la inversión	88
6.8.5.	Valor de salvamento	89
6.8.6.	Análisis del VAN	90
6.8.7.	Análisis del TIR	90
6.8.8.	Interpretación del VAN y del TIR.....	91
6.9.	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	91
6.9.1.	Verificación de la hipótesis	91
6.9.2.	Comparación de tiempos entre el proceso manual y el proceso mecánico.....	93
6.10.	CONCLUSIONES DE LA PROPUESTA.	94
	BIBLIOGRAFIA.....	95
	ANEXOS.....	97
	PLANOS	111

ÍNDICE TABLAS:

Tabla 2.1: Tamaños normalizados de cilindros y longitudes de carreras.....	22
Tabla 2.2: Consumo de aire para cilindros neumáticos.	27
Tabla 2.3: Elementos constitutivos de un cilindro doble efecto	32
Tabla 2.4: Fuerzas teóricas en cilindros de doble efecto	34
Tabla 4.1: El proceso de serigrafía que utiliza para el estampado de camisetas de polialgodón es el adecuado.....	47
Tabla 4.2: El tiempo que utiliza para el estampado de camisetas de polialgodón	48
Tabla 4.3: Mejora el rendimiento de su proceso con la implementación de una máquina	49
Tabla 4.4: Mejora de la calidad del producto con la implementación de una máquina ...	50
Tabla 4.5: Mejoras en el proceso de serigrafía	51
Tabla 4.6: Proceso de serigrafía utilizado en la empresa PRODUTEXTI.....	53
Tabla 4.7: Hoja de registro utilizado en el estampado de camisetas serigrafista uno	55
Tabla 4.8: Hoja de registro utilizado en el estampado de camisetas serigrafista dos.....	56
Tabla 4.9: Hoja de registro utilizado en el estampado de camisetas serigrafista tres	57
Tabla 4.10: Hoja de registro utilizado en el estampado de camisetas serigrafista cuatro .	58
Tabla 4.11: Hoja de registro utilizado en el estampado de camisetas serigrafista cinco ..	59
Tabla 4.12: Resumen de tiempos utilizados en el proceso de serigrafía.....	60
Tabla 6.1: Proceso de serigrafía propuesto en la empresa PRODUTEXTI	65
Tabla 6.2: División en fases de la secuencia.....	67
Tabla 6.3: Activación y desactivación de las fases	67
Tabla 6.4: Entradas y salidas necesarias para el control del sistema neumático.....	77
Tabla 6.5: Prueba de tiempo con el sistema neumático	80
Tabla 6.6 Costo Materiales	86
Tabla 6.7: Costo Maquinaria.....	87
Tabla 6.8: Costo Mano de Obra	87
Tabla 6.9: Costos Varios.....	87
Tabla 6.10: Flujo de caja generado con la máquina serigráfica.	89
Tabla 6.11: Datos para aplicar formula de Pearson	92

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 2.1: Marco con una malla abierta en ciertas zonas	7
Figura 2.2: Aplicación de pintura sobre la malla	7
Figura 2.3: Cadena cliente - proveedor de una empresa de serigrafía	12
Figura 2.4: Distribución de fuerzas en actuadores lineales de simple efecto.....	20
Figura 2.5: Diagrama Fuerza-Presión-Diámetro.....	23
Figura 2.6: Valores de la longitud de pandeo según el tipo de fijación.	24
Figura 2.7: Gráfica de pandeo.....	25
Figura 2.8: Consumo de aire (l/cm de carrera).	28
Figura 2.9: Rangos de velocidad de émbolos y margen de utilización económica.....	30
Figura 2.10: Cilindro doble efecto	31
Figura 2.11: Ejemplo de ejes usados en la industria	37
Figura 2.12: Diagrama de cuerpo libre	37
Figura 2.13: Estado tensional tangencial sobre el plano oblicuo A	40
Figura 4.1: Proceso adecuado de serigrafía en camisetas de polialgodón	47
Figura 4.2: Tiempo utilizado para el estampado de camisetas.....	48
Figura 4.3: Rendimiento de su proceso con la implementación de una máquina	49
Figura 4.4: Mejora de la calidad del producto con la implementación de una máquina..	50
Figura 4.5: Mejoras en el proceso de serigrafía	51
Figura 4.6: Distribución del área de serigrafía empresa PRODUTEXTI	52
Figura 6.1: ELECTROVALVULA VPC NEUMATIC 4V310-08 5/2.....	77
Figura 6.2: Micro PLC LOGO! 230 RC	79
Figura 6.3: Siemens PLC LOGO de cable de programación USB portátil.....	79
Figura 6.4: Base	81
Figura 6.5: Ubicación del actuador neumático ϕ 35	82
Figura 6.6: Ubicación del actuador neumático ϕ 50	82
Figura 6.7: Ubicación del Soporte Superior actuador neumático ϕ 35	83
Figura 6.8: Colocación del soporte para racleta.....	83
Figura 6.9: Ubicación del soporte para marco	84
Figura 6.10: Ajuste de los push button	84
Figura 6.11: Ubicación del LOGO y Electroválvulas	85
Figura 6.12: Sistema completo.....	85
Figura 6.13: Flujo operativo	90
Figura 6.14: Comparación de tiempos entre el proceso manual y el proceso mecánico..	93

RESUMEN EJECUTIVO

Objetivo: Establecer un proceso de serigrafía para disminuir el tiempo en el estampado de camiseta de poli algodón en la empresa PRODUTEXTI

Métodos: 7 participantes entre los que estuvieron el Gerente, Jefe de área y serigrafistas a quienes se les aplicó una entrevista para determinar los problemas que más frecuentes que existen el en área de serigrafía posteriormente procedió a la mecanización del proceso mediante un sistema neumático que consta de:

- 1) Soporte para el marco
- 2) Sistema de elevación para el marco
- 3) Raclado mecánico
- 4) Sistema de control de los cilindros neumáticos mediante un logo

Las diferencias entre el tiempo ocupado en el proceso de serigrafía manual y mecánica se evaluaron con la prueba estadística llamada coeficiente de correlación de Pearson, en donde se obtuvo un índice de confianza de 95%

Resultados: Participaron 7 personas demostrando que la hipótesis formulada en la investigación, que indica que la implementación de un sistema mecánico en el proceso serigrafía ayudara a disminuir el tiempo en el estampado de camisetas de poli algodón en la empresa PRODUTEXTI se acepta al 5% de significancia, pues el valor de r (coeficiente de correlación de Pearson)= 0,957 es mayor 0.878 que es el valor teórico de $r_{0,025}$ para $n=5$, dándonos un índice de confianza del 95%, además los resultados luego de la implementación de la máquina nos indican que los tiempos disminuyeron.

Conclusiones: La mecanización del proceso de serigrafía tuvo una incidencia positiva ya que se logró disminuir los tiempos y aumentar la producción en la fábrica PRODUTEXTI

Palabras claves:

Proceso de serigrafía - Tiempo de estampado

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA.

1.1.TEMA.

“ESTUDIO DEL PROCESO DE SERIGRAFÍA PARA DISMINUIR EL TIEMPO EN EL ESTAMPADO DE CAMISETAS DE POLI ALGODÓN EN LA EMPRESA PRODUTEXTI.”

1.2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1. Contextualización del problema.

La serigrafía es un sistema de impresión milenario. Si bien no hay datos exactos, se cree que se remonta a la antigua China, la impresión sobre papel aparece por primera vez en Europa y Estados Unidos sobre 1916 con una nota pendiente de concesión.

Para el año de 1960 en los países de América Latina toma un impulso espectacular; por ser un método muy versátil para poder imprimir en muchos materiales, hoy en día pueden distinguirse miles de artículos procesados con serigrafía

Implementándose en el año de 1968 en todos los sectores productivos a nivel mundial al aplicar un proceso de impresión muy noble y versátil pudiendo llegar a zonas del producto donde otros métodos de decoración no les sería posible acceder.

En el Ecuador que es un país con un importante sector textil la aplicación de procesos de serigrafía para el estampado en prendas de vestir tiene su auge en los últimos años naciendo la necesidad de importar maquinaria que satisfaga los requerimientos de las empresas teniendo una incidencia directa sobre el precio del producto final.

Es así que a nivel de la provincia de Tungurahua caracterizada por tener un número importante de empresas textiles que utilizan serigrafía con métodos manuales ya que hay pocas empresas que producen maquinaria con nueva tecnología, no resulta entonces difícil comprender que si implementamos maquinas aptas para el sector textil se podrá mejorar la producción y generar al mismo tiempo actividad empresarial, aumentando la producción micro empresarial de las herramientas y equipos adecuados y con tecnologías nuevas que mejoren la calidad del producto, los tiempos de producción y reduzcan los costos.

1.2.2. Análisis crítico.

Dado que en el país no existen industrias que diseñen maquinaria apta para el sector textil este se ha visto con la necesidad de importar maquinaria de otros países aumentando así el costo de los productos de los empresarios que invierten en ese tipo de maquinaria.

Así mismo los empresarios que no cuentan con el suficiente dinero para invertir en maquinaria moderna se ven en la necesidad de seguir utilizando procesos manuales que no les permiten aumentar su producción, así también con el proceso manual se necesita más operarios los mismos que podrían reducirse con la implementación de una máquina.

Con la implementación de técnicas adecuadas para el proceso de serigrafía se reducirá costos de proceso tanto en mano de obra como en pérdidas de materia prima.

El riesgo de accidentes por operación se reduciría ya que el contacto entre operador y maquina será mínimo.

1.2.3. Prognosis.

La no realización de esta investigación afectara en gran magnitud a mucha gente al continuar con sus métodos rudimentarios en el proceso de serigrafía, estos métodos implican pérdida de tiempo, dinero. A más de no abastecer con la producción requerida evitando de esta manera el desarrollo de la empresa.

1.2.4. Formulación del problema.

¿Qué efecto tendrá estudio del proceso de serigrafía para disminuir el tiempo en el estampado de camiseta de poli algodón en la empresa PRODUTEXTI.?

1.2.5. Preguntas directrices.

¿Hay estudios sobre el proceso de serigrafía en tela polialgodón?

¿Cuáles son las características del proceso de serigrafía que utiliza la empresa PRODUTEXTI?

¿Existe diagrama de proceso de serigrafía que es utilizado por la empresa PRODUTEXTI?

¿Cuál es el tiempo que se demora en estampar camisetas de polialgodón con el método manual de serigrafía?

1.2.6. Delimitación del problema.

1.2.6.1.Contenido.

Las materias que están relacionadas con nuestro tema de investigación son las siguientes: Diseño de Elementos Mecánicos, Mecanismos, Control Automático, Neumática.

1.2.6.2.Espacial.

Empresa PRODUTEXTI ubicada en Calle Morales y Av. Tres Carabelas de la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua y las actividades complementarias se hará en la Universidad Técnica de Ambato Provincia de Tungurahua ubicada en la Ciudad de Ambato (Huachi Chico).

1.2.6.3.Temporal.

El estudio del proceso de serigrafía para disminuir el tiempo en el estampado de camiseta de poli algodón en la empresa PRODUTEXTI se realizara en los meses de abril a julio del 2011.

1.3. JUSTIFICACION.

Uno de los factores que disminuye la actividad productiva del sector textil es la utilización de procesos manuales en el proceso serigrafía ya que este es el más demoroso de todos los procesos lo que produce estancamientos en la cadena de producción del sector textil.

La mecanización del proceso de serigrafía ahorrara el trabajo de operadores, capacitación para el manejo de la misma y disminución del riesgo de un accidente por operación, como principales ventajas

El presente trabajo investigativo se desarrollara debido a la necesidad de mejorar el proceso de serigrafía, ya que este no ha mejorado desde hace mucho tiempo obligando a los empresarios a importar maquinas muy caras o utilizando métodos rudimentarios para realizar este proceso.

Este proyecto es importante porque responde a la necesidad del sector textil ya que le brindara facilidad para su actividad, mejora el proceso productivo mejorará sus tiempos de producción así como la cantidad de producción.

La meta de este trabajo investigativo es mejorar el proceso de serigrafía mediante la implementación de una máquina que realice este proceso con mayor agilidad.

1.4.OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Establecer un proceso de serigrafía que disminuya el tiempo en el estampado de camiseta de poli algodón en la empresa PRODUTEXTI.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Identificar las características del proceso de serigrafía en el estampado de camisetas de polialgodón en la empresa PRODUTEXTI
- Determinar el tiempo de estampado utilizado con el proceso de serigrafía en camisetas de polialgodón.
- Proponer la realización y utilización de un diagrama de proceso.
- Plantear una solución para los problemas con el proceso de serigrafía en tela polialgodón.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO.

2.1.ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

La aplicación del sistema de impresión por serigrafía como base de la técnica actual, empieza en Europa y en Estados Unidos a principios de nuestro siglo, a base de plantillas hechas de papel engomado que, espolvoreadas con agua y pegadas sobre un tejido de organdí se tensaba manualmente sobre un marco de madera al que se sujetaba por medio de grapas o por un cordón introducido sobre un canal previamente hecho en el marco.

Colocada encima la pintura o la tinta, se arrastraba y presionaba sobre el dibujo con un cepillo o racleta de madera con goma o caucho, y el paso de la tinta a través de la plantilla permitía la reproducción de las imágenes en el soporte.

Con esta técnica se empezó, en un principio, a estampar tejidos, sobre todo en Francia, pero el desarrollo de la Publicidad y el trabajo industrial en serie a partir de los años 50, convirtieron a la serigrafía en el sistema de impresión indispensable que ofrece mayores posibilidades.

2.2.FUNDAMENTACION FILOSOFICA.

La presente investigación se fundamentara en el paradigma crítico propositivo, ya que las características de este paradigma permitirán ser flexibles en cuanto a consideraciones de diseño y métodos de elaboración de la presente investigación compete.

Además permitirá una correcta interpretación, comprensión y explicación de las variables involucradas en esta investigación para considerar las cualidades más no las cantidades que en el desarrollo de dicha investigación se podrán encontrar y producir durante el transcurso investigativo del tema a investigarse.

Mediante el paradigma propuesto se podrá plantear alternativas de solución al presente problema en desarrollo, siempre enfocándose a la facilidad de comprobación y proporcionando una correcta comprensión.

Es propicio para la participación de los actores sociales, lo que permitirá que estos se vean beneficiados con los resultados de dicha investigación, por tal motivo de la presencia de actores sociales nace la obligación de que la investigación este sometida a cambios de ser necesario.

2.3.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1. Procesos de Manufactura

Los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos básicos: 1) operaciones de proceso y 2) operaciones de ensamble. Una operación de proceso transforma un material de trabajo de una etapa a otra más avanzada, que lo sitúa cerca del estado final deseado para el producto. Esto le agrega valor al cambiar la geometría. Las propiedades o la apariencia del material inicial. Por lo general, las operaciones de proceso se ejecutan sobre partes discretas de trabajo pero algunas de ellas se aplican también a artículos ensamblados. Una operación de ensamble une dos o más componentes para crear una nueva entidad llamada ensamble, subensamble o cualquier otra manera que se refiera al proceso de unir.

2.3.2. Fundamentos de la impresión serigrafía¹

La palabra serigrafía del griego Serikós= seda y Graphé= escribir, dibujar) se refiere al sistema de impresión, derivado de la antigua técnica de estarcido, que utiliza como matriz un marco con una malla abierta en ciertas zonas como se muestra en la figura 1, que es la imagen a imprimir, y cerradas en otras.

¹ <http://www.freewebs.com/serigrafia/fundimprseri.htm>

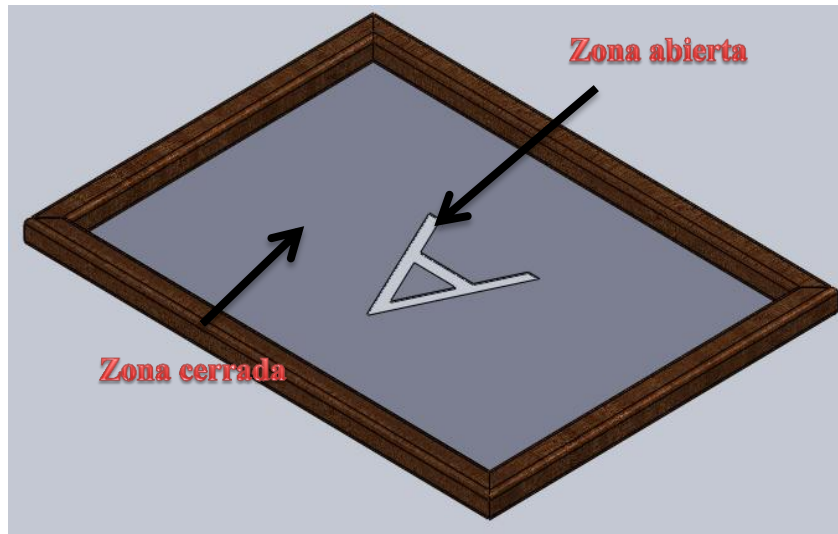


Figura 2.1: Marco con una malla abierta en ciertas zonas

Fuente: Navarrete Luis 2011

La tinta, que posee cierta densidad, es arrastrada y presionada por una espátula de goma llamada racleta, atravesando la malla y depositándose sobre el soporte como se puede observar en la figura 2.



Figura 2.2: Aplicación de pintura sobre la malla

Fuente: Navarrete Luis 2011

Cada soporte se coloca bajo la matriz, se imprime y se retira para su secado si se trata de una lámina de papel, plástico o metal. Si se trata de una tela permanece en el mismo lugar para la aplicación del siguiente color sobre el anterior.

2.3.2.1.Etapas básicas del proceso serigrafico

El proceso serigrafico comprende cuatro etapas básicas y consecutivas

- Original
- Películas
- Matrices
- Impresión

De un original se obtiene una película, con la película se confecciona una matriz y con la matriz se imprime un soporte.

De estas etapas las tres primeras son de preparación de todos los elementos y la cuarta o última corresponde verdaderamente a la impresión. Cada etapa no tiene una pauta fija para resolverse o ejecutarse si no que tiene un amplio rango de selección en cuanto a materiales y técnicas, selección que va a depender entre otras cosas de las características del material a imprimir, del tipo de tinta, del tipo de impresión deseada, y por supuesto del equipamiento disponible.

2.3.2.2.Ventajas de la serigrafía

La serigrafía cuenta con varias ventajas propias:

- Impresión sobre diversos materiales; (papel, vidrio, madera, plásticos, tela natural o sintética, cerámica, metal etc.)
- Impresión sobre soportes de variadas formas (plana, cilíndrica, esférica, cónica, cúbica, etc.)
- Impresión en exteriores o fuera de taller; (vehículos, puertas, vitrinas, máquinas, etc.).
- El soporte o pieza que se imprime recibe solo una débil presión al estamparse.
- Logra fuertes depósitos de tinta, obteniendo colores vivos con resistencia y permanencia al aire libre.
- Amplia selección en tipos de tinta: tintas sintéticas, textiles, cerámicas, epóxicas, etc.

- Obtención de colores saturados, transparentes, fluorescentes, brillantes, mates o semibrillantes.
- Relativa simplicidad del proceso y del equipamiento, lo que permite operar con sistemas completamente manuales.
- Variedad de equipos altamente automatizados para todas las etapas del proceso garantizando rapidez y calidad en altas producciones.
- Es rentable en tirajes cortos y largos.

2.3.2.3.Campos de aplicación de la serigrafía

La serigrafía encuentra aplicación en las siguientes áreas:

- Artística para la producción numerada y firmada en cortos tirajes, de obras originales en papeles de calidad.
- Artesanal en la decoración de cerámicas, o en la impresión y posterior grabado al ácido.
- De metales para objetos decorativos
- Educativa; como actividad manual en la cual es posible observar y modificar directamente los resultados impresos, utilizando un equipamiento simple.
- Industrial; en la marcación de piezas, envases y placas de metal, plástico, madera o cerámica.
- Electrónica en la impresión y posterior grabado de placas para circuitos impresos, y en la impresión de paneles de aparatos electrónicos
- Publicitaria; en la personalización con una imagen de marca de elementos de uso común (jarros, ceniceros, encendedores, llaveros. etc.) o en la impresión de soportes de vía pública (letreros y paneles) o de punto de venta (displays, autoadhesivos, afiches. etc.).
- Textil; en la decoración y estampado de telas ya sea en piezas, como en remeras, camisetas, toallas o por metraje (cortinas).

2.3.2.4.Producción serigráfica

Para obtener resultados óptimos en procesos de impresión con alta exigencia de producción y calidad, se requiere de la utilización de materiales adecuados, buen

equipamiento y un conocimiento acabado, tanto práctico como teórico de las variables de este proceso.

La impresión serigrafía es muy fácil en aquellos trabajos con pocas exigencias, pero al aumentar los requerimientos los problemas aumentan en mayor proporción, pudiendo producirse pérdidas de tiempo y materiales.

En serigrafía los equipos y sistemas de moderna tecnología se utilizan no solo en el área de producción de originales y películas, sino que también en las áreas de fotograbado, impresión y secado. Los permanentes avances en estas áreas, obligan a elevar las exigencias y por lo mismo la capacitación del personal que en ella se desempeña. Esto permite mejorar y agilizarla producción, además de reducir los costos operacionales.

2.3.2.5. Seguridad en el taller

Debido a que algunos de los materiales utilizados en un taller de serigrafía implican un cierto riesgo, siempre se debe solicitar a los proveedores, al momento de adquirir un producto, las instrucciones de uso, almacenamiento, grado de toxicidad y o inflamabilidad, clase de corrosivo (oxidante, alcalino o ácido) y las correspondientes medidas de primeros auxilios en caso de ingestión, aspiración o quemadura. Además que el taller debe disponer de mínimos Elementos de protección, estos de acuerdo al grado de riesgo de los materiales.

Se recomienda el utilizar productos biodegradables o inofensivos al medio ambiente.

Los envases de tintas, solventes y otros productos químicos deben tener indicaciones escritas y en símbolos, relativas a sí el material es tóxico, corrosivo o inflamable.

Tintas y solventes deben estar bien cerrados. En el mesón de trabajo o mesa de tintas se debe mantener un mínimo de tintas, solventes y estopas sucias.

El bicromato de amonio, sensibilizador de las emulsiones al cromo, que son cada vez menos utilizadas y en muchos países ya no se expenden, es un compuesto

altamente tóxico. Se deben lavar muy bien las manos y utensilios después de manipular este sensibilizador o la foto emulsión con él preparada. Es más conveniente utilizar foto emulsiones al diazo, en reemplazo de la foto emulsiones al cromo.

2.3.2.6. Conformidad con las especificaciones.²

La retroalimentación de la información procedente de los clientes y usuarios finales raramente es suficiente y en muchos casos se carece de ella. Es entonces cuando se tiende a definir y cuantificar ciertas especificaciones que intentan traducir los deseos de la demanda. Es corriente que los ingenieros de diseño intuyan cuáles son los requisitos de los usuarios y proponen parámetros técnicos tolerancias, etc. que luego se exigen a los productos. En el caso de la serigrafía uno de las dificultades típicas es por ejemplo la variabilidad del tono. Antes de estudiar las posibles causas de este problema tipo de tejido en la pantalla, modificaciones en la viscosidad de la tinta serigráfica, presión de la racleta, etc. Se debería preguntar al cliente hasta qué punto la modificación de los matices es trascendental. Puede ocurrir que al interesado le importe más la definición de la impresión o la opacidad de la tinta y se estén dedicando todos los esfuerzos a reducir las variaciones tonales. El problema más frecuente suele ser el contrario. El cliente demanda el cumplimiento con unos requerimientos muy restrictivos en relación con las variaciones del patrón de color que solicita y el taller de serigrafía o el impresor no es capaz de valorar su importancia o simplemente decide por el comprador el nivel de calidad que quiere ofrecerle.

El pensamiento de Crosby (1979) gira alrededor del concepto de calidad como conformidad con las especificaciones. La calidad no equivale a lujo o sofisticación si el cliente no lo pide. El simple cumplimiento con los parámetros no garantiza por sí mismo un grado de satisfacción del usuario.

² YEPES. V., MASEGOSA. A. (1999). Gestión de la calidad en la empresa de serigrafía. *En Serigrafía*, 71:10-17. \Noviembre-diciembre. Depósito Legal: B-22074-59. Edita: Ediciones Digitec. S.L. Barcelona.

Estas consideraciones nos llevan a pensar que no es suficiente contar con las especificaciones habituales si no se contemplan previamente los requerimientos de los distintos usuarios. Cada producto o servicio será de calidad en función de la satisfacción de las necesidades y expectativas de sus consumidores.

El debate entre la perspectiva técnica y la del cliente se ha decantado por ésta última de modo que las especificaciones se convierten en las características de concretas y medibles de aptitud para el uso. Estas propiedades deben abarcar un ciclo completo desde el diseño del producto hasta el momento en que el usuario disfruta del mismo. En demasiadas ocasiones se olvidan las relaciones entre clientes y proveedores, ya que al consumidor final se le hace llegar un producto o un servicio que ha sido fruto de una cadena que puede quebrarse en cualquiera de sus eslabones tal y como, se puede comprobar en la figura 3.

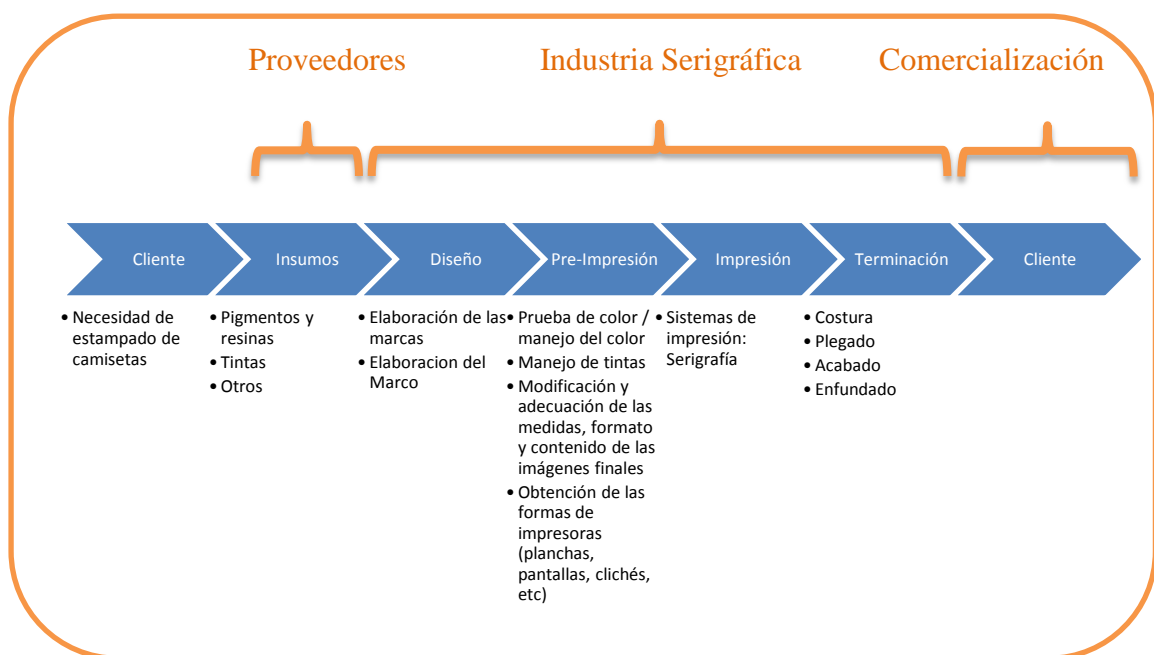


Figura 2.3: Cadena cliente - proveedor de una empresa de serigrafía

Fuente: Luis Navarrete 2011

Se requiere considerar cinco dimensiones en la calidad que afectan a cualquier producto o servicio procedente de la industria serigráfica.

2.3.3. Estudio de tiempos con cronometro³

2.3.3.1. Definición

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran retrasos causados por una operación lenta, que ocasiona retardos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

2.3.3.2. Pasos para su realización

a. Preparación

- Se selecciona la operación
- Se selecciona al trabajador
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.

b. Ejecución

- Se obtiene y registra la información.
- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

³ dspace.espoch.edu.ec/bitstream/.../85T00166%20CONTENIDO.pdf

c. Valoración

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

d. Suplementos

- Análisis de demoras
- Estudio de fatiga
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias

e. Tiempo estándar

- Error de tiempo estándar
- Cálculo de frecuencia de los elementos
- Determinación de tiempos de interferencia
- Cálculo de tiempo estándar

2.3.3.3. Cronómetro

En la actualidad se usan dos tipos de cronómetros: 1) el cronómetro tradicional con decimos de minuto (0.01 min) y 2) el cronómetro electrónico mucho más práctico. El cronómetro decimal, tiene 100 divisiones en la cara, y cada división es igual a 0.01 min., es decir, un recorrido completo de la manecilla larga requiere un minuto. Los cronómetros electrónicos proporcionan una resolución de 0.001 segundos y una exactitud de $\pm 0.002\%$. Permiten tomar el tiempo de cualquier número de elementos individuales, mientras sigue contando el tiempo total transcurrido. Entonces, proporcionan tanto tiempos continuos como regresos a cero, sin las desventajas de los cronómetros mecánicos.

2.3.4. Cámaras de videograbación.

Las cámaras de videograbación son ideales para grabar los métodos del operario y el tiempo transcurrido. Al tomar película de la operación y después estudiarla un cuadro a la vez, el analista puede registrar los detalles exactos del método usado y después asignarle valores de tiempos normales. También puede establecer estándares proyectando una cinta a la misma velocidad que la grabación y

calificar el desempeño del operario. Debido a que todos los hechos están ahí, observar el videocasete es una manera justa y precisa de calificar el desempeño.

Además, las mejoras potenciales de los métodos pocas veces se detectan con el procedimiento del cronómetro puede surgir con la cámara. Las videograbaciones también son excelentes para la capacitación de los analistas de tiempos, pues se pueden repetir las secciones hasta que adquieran habilidad suficiente.

2.3.5. Elementos del estudio de tiempos⁴

El analista debe poder inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Además, sus antecedentes y capacitación deben prepararlo para entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio.

2.3.5.1. Elección del operario.

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se realiza a través del supervisor de línea o departamento. Una vez revisado el trabajo en la operación, debe acordar con el supervisor que todo está listo para estudiar el trabajo. Si más de un operario realiza el trabajo para el que se quiere establecer un estándar, debe tomar en cuenta varias cosas al elegir el operario que va observar. En general, un operario tiene un desempeño promedio o un poco arriba del promedio proporcionará el estudio más satisfactorio que uno que menos calificado o que el que tiene habilidades superiores. El trabajador promedio, por lo común, desempeña su trabajo con consistencia y de manera sistemática. El paso de ese operario tenderá a estar en el rango normal, le facilita al analista de estudio de tiempos a aplicar un factor desempeño correcto.

El enfoque del analista para seleccionar a un operario puede determinar el grado de cooperación recibida. Debe acercarse a este de manera amistosa y demostrar que entiende la operación que va a estudiar. El operario debe tener la oportunidad de hacer preguntas sobre las técnicas de toma de tiempos, el método de calificaciones y la aplicación de suplementos. En algunas situaciones, el operario

⁴ Niebel, INGENIERIA INDUSTRIAL: Métodos, Tiempos y Movimientos.

nunca ha sido estudiado antes. Todas las preguntas deben recibir, con toda paciencia, una respuesta franca. Debe animársele a hacer sugerencias, y cuando lo haga, el analista debe recibirlas con interés para demostrar respeto por las habilidades y conocimientos del operario. El analista debe mostrar interés en el trabajo del empleado y, en todo momento, ser justo y directo con él. Este enfoque gana la confianza del trabajador en la capacidad del analista. El respeto y la buena voluntad que obtiene no solo ayudarán a establecer un estándar justo, también facilitará cualesquiera asignaciones de trabajo futuras en la planta de producción.

2.3.5.2. Posición del observador.

El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del operario mientras éste realiza el ciclo de la tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo o estorbar las rutinas.

2.3.6. División de la operación en elementos.

Para facilitar la medición, se divide la operación en grupos de movimientos conocidos como elementos. Para dividirla en sus elementos individuales, el analista observa al operario durante varios ciclos. Sin embargo, si el tiempo de ciclo es mayor a 30 minutos, pueden escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. Si es posible, es mejor que determine los elementos de la operación antes de iniciar el estudio. Estos deben separarse en divisiones tan finas como sea posible, pero no tan pequeñas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Las divisiones elementales de alrededor de 0.04 minutos se aproximan a lo mínimo que puede leer de manera consistente un analista experimentado de estudio de tiempos. Sin embargo, si los elementos anteriores y posteriores son relativamente largos, es posible tomar el tiempo de un elemento con una duración de 0.02 minutos.

Para identificar los puntos terminales y desarrollar consistencia en las lecturas del cronómetro de un ciclo siguiente, se toman en cuenta los sonidos y lo que se ve al

desglosar los elementos. Cada elemento se registra en la secuencia adecuada, se incluye una división básica de la tarea terminada mediante un sonido distintivo o un movimiento.

2.3.6.1.División de la operación en elementos.

- Es necesario dividir la operación en elementos claramente definidos y susceptibles de ser cronometrados y anotarlos en la secuencia en la que estos se van produciendo.
- Deberán separarse los tiempos de manipulación de las de máquina.
- Deberán separarse los elementos constantes de los variables.

2.3.7. Toma y registro de datos.

Los tres métodos más comúnmente utilizados para leer un cronometro son:

- Lectura continúa.
- Lectura repetitiva.
- Lectura acumulativa.

2.3.7.1.Lectura continúa.

En el método continuo de cronometraje, el observador pone en marcha el reloj a principio del primer elemento y lo deja funcionar continuamente durante el periodo de estudio. Las lecturas del reloj (L) se anotan en la hoja de observación al final de cada elemento, a continuación del nombre o símbolo. Luego de estas lecturas (L) se la vuelve a realizar nuevamente de igual manera y se los anota en la segunda columna y así sucesivamente hasta tener un número suficientes de registros; una vez realizado esto se van restando los tiempos de lectura (L) comenzando desde el final en forma regresiva y se van obteniendo los tiempos (T) de cada elemento.

Para este sistema de lectura como se notara es necesario que cada elemento, a cronometrarse tenga un casillero para la lectura y (L) y otra para el tiempo (T) obtenido de la diferencia de lecturas (L) registrada en este elemento y de la registrada en el anterior.

2.3.7.2.Lectura repetitiva.

En el método repetitivo, o de vuelta a cero, se hace retroceder las manecillas a cero al final de cada elemento. Al principio del primer elemento el observador pone a cero la manecilla pulsando el vástago del reloj. La manecilla avanza y comienza a medir instantáneamente el tiempo del primer elemento. Al final del primer elemento, el observador lee el reloj, hace retroceder a cero la manecilla y anota la lectura a continuación.

De forma similar procede con el resto de elementos. Con este método de cronometraje se obtiene el tiempo directo sin sustracciones y se registran directamente los datos del reloj en la hoja de observaciones.

2.3.7.3.Lectura acumulativa.

El método de cronometraje por acumulación permite la lectura directa de cada elemento mediante el uso de dos cronómetros. Se montan estos relojes junto al tablero de observación y se conectan mediante un juego de palancas, de forma que cuando se pone en marcha el primer cronometro, el segundo se para automáticamente. Cuando se pone en marcha el segundo, el primero se para. Pueden hacerse volver las manecillas a cero inmediatamente después de la lectura, por lo que las sustracciones resultan innecesarias. De esta forma puede leerse el reloj con mucha mayor facilidad y exactitud, puesto que las manecillas no se mueven en el momento de realizar la lectura.

En la actualidad, existen cronómetros electrónicos contruidos a propósito para registrar los tiempos de los elementos de una operación, solo es necesario ponerlo en marcha al inicio del primer elemento e introducir una señal a través de un pulsador cada vez que termine un elemento, al final de la operación se detiene al cronometro y en una pantalla del mismo aparecen los tiempos correspondientes a cada elemento así como también el tiempo total de la operación.

Al inicio el observador se le hace difícil llevar a cabo el cronometraje y el registro de tiempos da cada elemento, pero con el tiempo se puede ir adquiriendo la

habilidad y destreza necesaria, con frecuencia aprende a distinguir un sonido bien diferenciado al principio y al final de cada elemento.

2.3.8. Neumática.⁵

2.3.8.1.Cálculo de actuadores

En la mayoría de los casos, para herramientas neumáticas no es necesario realizar cálculos, ya que los fabricantes nos proporcionarán las características necesarias, pero en otras ocasiones necesitaremos calcular los elementos, generalmente cuando se trate de actuadores. Las fases de cálculo y diseño de los actuadores neumáticos que se han de considerar son:

- Selección del actuador (lineal o rotativo), en función de la carga problema y dimensionamiento.
- Determinación del flujo másico (normalmente caudal) requerido. Este paso implica una descripción en cuanto a tiempos de las distintas fases.
- Obtención de la presión de trabajo de la instalación en sus distintas partes.
- Tipo y velocidad de giro del accionamiento del compresor.
- Selección del acumulador.
- Descripción detallada del resto de equipos auxiliares.
- Consideraciones adicionales (ruido, pérdidas de caudal,...).

Habitualmente, este proceso descrito da lugar a un cálculo iterativo, hasta llegar a una optimización del elemento y, por ende, de la instalación completa (requerimientos básicos y minimización de aspectos negativos).

2.3.8.2.Dimensionado de los actuadores

Para el dimensionado de los actuadores se requiere conocer el valor de la carga o efecto útil a realizar. Se puede tener una carga lineal, en cuyo caso se debe

⁵ http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2_apartado2.htm

conocer o poder estimar el valor de la fuerza que dicha carga opone al movimiento.

Para el caso de actuadores lineales de simple efecto con retorno por muelle posicionado horizontalmente (los más complejos por el número de fuerzas que aparecen), tendríamos la distribución de fuerzas que se muestran a continuación (el equilibrio de fuerzas se plantea sobre el émbolo en la figura 4):

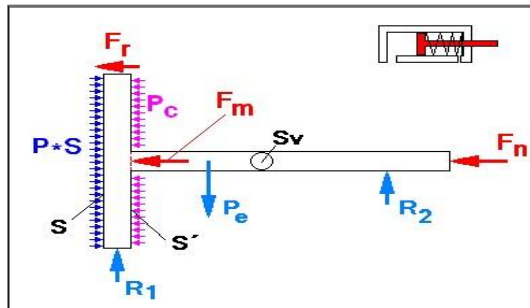


Figura 2.4: Distribución de fuerzas en actuadores lineales de simple efecto.

Fuente: http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2_apartado2.htm

Dónde:

- P: Presión en la cámara posterior.
- Pc: Presión en la cámara anterior.
- S: superficie del émbolo en la cámara posterior.
- S': Superficie del émbolo en la cámara anterior.
- Sv: Superficie de la sección del vástago.
- Pe: Peso del émbolo.
- R1 y R2: Reacciones del émbolo con la camisa debidas a Pe.
- Fr: Fuerza de rozamiento en el émbolo debida a R1 y R2.
- Fn: Fuerza a vencer.
- Fm: Reacción del muelle.

Tenemos, planteando el equilibrio en el émbolo:

$$F_n = P \times S - F_m - P_c \times S' - F_r \quad \text{Ecuación 2.1.}$$

Siendo:

$$S = S + S_v \quad \text{Ecuación 2.2.}$$

$$P_e = R_1 + R_2 \quad \text{Ecuación 2.3.}$$

$$F_r = \mu \times (R_1 + R_2) \quad \text{Ecuación 2.4.}$$

Dónde:

- F_r : Fuerza de rozamiento en el émbolo debida a R_1 y R_2 .
- μ : coeficiente de rozamiento cinético.
- R_1 y R_2 : Reacciones del émbolo con la camisa debidas a peso del embolo.

$$F_m = k \times \Delta x \quad \text{Ecuación 2.5.}$$

Dónde:

- F_m : Reacción del muelle.
- k : Constante elástica del resorte
- Δx : Desplazamiento lineal.

De otra parte, si el cilindro es de doble efecto (no existe F_m) y suponemos que P_c es despreciable, experimentalmente se obtiene que:

$$F_n \approx 0,95 P * S. \quad \text{Ecuación 2.6.}$$

Dónde:

- F_n : Fuerza a vencer
- P : Presión en la cámara posterior.
- S : Superficie de la sección del vástago.

Asimismo, para obtener la tensión a la que está sometido el vástago:

$$\sigma = \frac{F_n}{S_v} \quad \text{Ecuación 2.7.}$$

Dónde:

- σ : Esfuerzo por pandeo
- F_n : Fuerza a vencer

- S_v : Superficie del émbolo en la cámara posterior.

Este valor es importante, no solo para la tensión máxima que soporta el vástago, sino más bien para la carga crítica de pandeo del mismo (que será menor).

Los fabricantes han desarrollado el programa estándar para las dimensiones de los cilindros. Los diámetros estándar (en realidad siempre se hace referencia al diámetro del émbolo) son bastante similares para todos los fabricantes. En la tabla siguiente se indica: en la primera columna la serie de diámetros de un determinado fabricante. Salvo algunas excepciones, los diámetros se suceden en este orden, de manera que la fuerza de émbolo indicada para un diámetro se duplica o se reduce a la mitad respecto al diámetro más próximo, según sea el diámetro inmediato superior o el inmediato inferior, con una presión del aire de 6 bares (columna 3 de la tabla 2.1).

Tabla 2.1: Tamaños normalizados de cilindros y longitudes de carreras

Ø VASTAGO [mm]	Ø EMBOLO [mm]	FUERZA NETA [N] a P=6 bar	LONGITUDES DE CARRERAS NORMALIZADAS [mm]
—	6	15	10, 25, 40, 80
4	12	60	10, 25, 40, 80, 140, 200
6	16	106	10, 25, 40, 80, 140, 200, 300
10	25	260	25, 40, 80, 140, 200, 300
12	35	509	70, 140, 200, 300
16	40	665	40, 80, 140, 200, 300
18	50	1039	70, 140, 200, 300
22	70	2037	70, 140, 200, 300
25	100	4156	70, 140, 200, 300
30	140	8146	70, 140, 200, 300
40	200	16625	70, 140, 200, 300
50	250	25977	70, 140, 200, 300

Fuente: FESTO-Pneumatic, Berkheim

Las longitudes de las carreras son también por lo general estándar para la gama de un fabricante (columna 4 de la tabla 2.1); es decir, determinados diámetros de cilindros pueden producirse como elementos en serie para distintas longitudes de carrera. Naturalmente, todas las longitudes intermedias también se fabrican bajo pedido, hasta las longitudes máximas posibles o que estén comprendidas en las carreras previstas por el fabricante. Las longitudes máximas de las carreras están delimitadas, debido a que para grandes diámetros del cilindro y carreras largas las sobrecargas mecánicas del vástago y del cojinete se hacen muy grandes, y debe preverse el efecto de pandeo del vástago.

En el caso de cargas rotativas, se debería conocer el par requerido para el movimiento de la misma. En este sentido se tratarían de igual forma los movimientos rotativos completos (360°) como los movimientos con limitación del ángulo de giro.

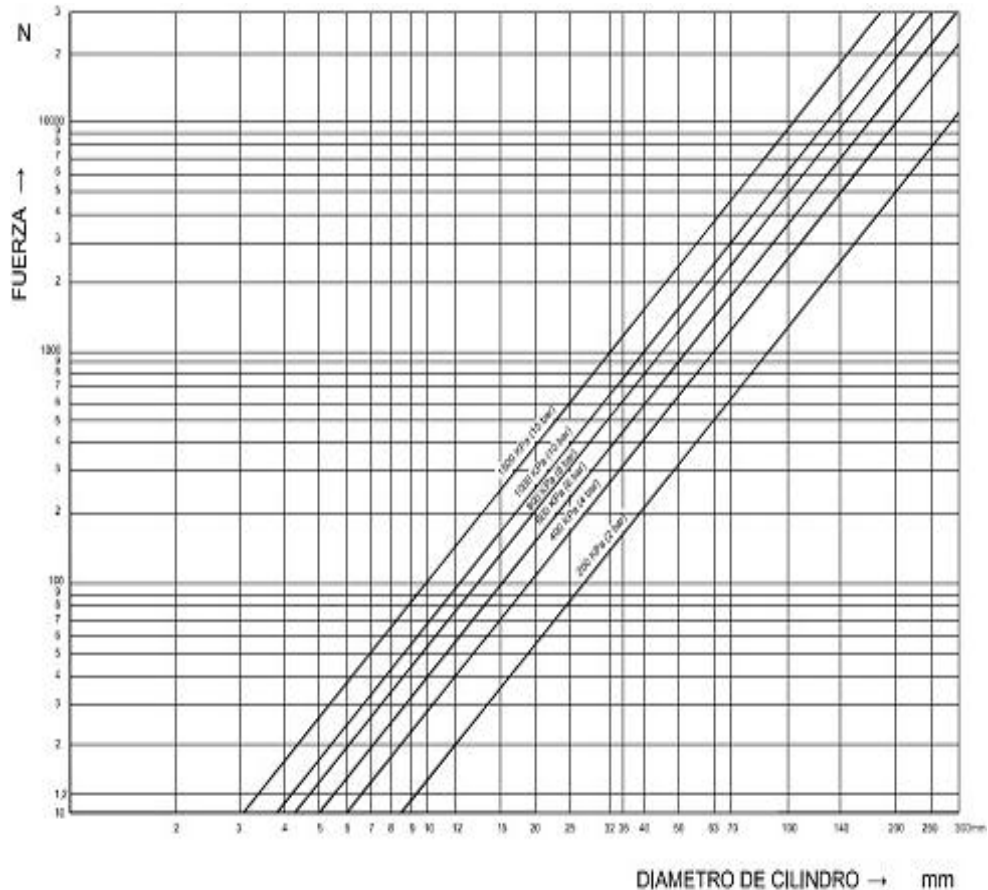


Figura 2.5: Diagrama Fuerza-Presión-Diámetro

Fuente: http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2_apartado2.htm

2.3.9. Cálculo de carga crítica de pandeo

Conocido el valor de la fuerza (o par) que se necesita en el actuador, se dimensiona el mismo atendiendo a criterios estructurales. En general se usa el criterio de minimización (actuador más pequeño que soporta la carga existente), con el fin de ahorrar costes, con lo que se debe calcular el límite de uso de cada actuador, fijado por su carga de pandeo.

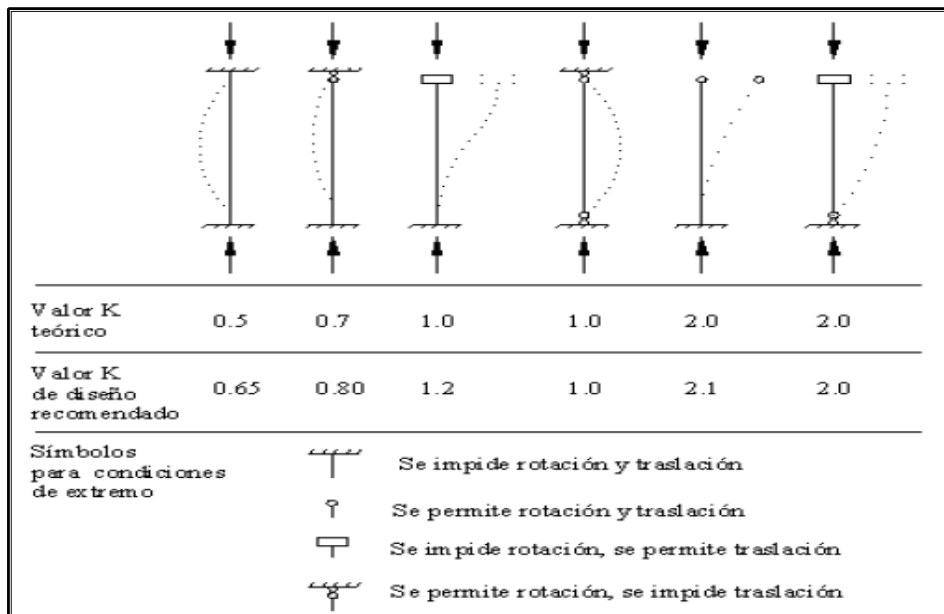
Las principales razones para la limitación de las carreras son la disponibilidad comercial de los materiales para la fabricación de piezas largas y la proporción

entre la longitud del vástago y su diámetro. Si esta es grande, existe el riesgo de pandeo en compresión, y por esta razón es necesario calcular el valor del pandeo para el vástago y, consecuentemente, la longitud máxima permisible del vástago. Para el cálculo de la carga crítica de pandeo) debe tomarse por base la fórmula de Euler:

$$P_{max} = \pi^2 \times E \times \frac{I}{L_k^2} \quad \text{Ecuación 2.8.}$$

Dónde:

- P_{max} : Carga crítica de pandeo
- L_k : Longitud libre de pandeo (cm). Depende de las ligaduras del cilindro.
- E: Módulo de elasticidad (kp/cm²).
- I: Momento de inercia (cm²).







Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valor K de diseño recomendado	0.65	0.80	1.2	1.0	2.1	2.0
Símbolos para condiciones de extremo	 Se impide rotación y traslación		 Se permite rotación y traslación		 Se impide rotación, se permite traslación	
	 Se permite rotación, se impide traslación					

Figura 2.6: Valores de la longitud de pandeo según el tipo de fijación.

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/gatica_g_jc/capitulo5.pdf

Es decir, con cargas iguales o superiores a esta, el vástago padea. Con lo que definimos la máxima carga de servicio como sigue:

$$F_{max} = \frac{P_{max}}{n} \quad \text{Ecuación 2.9.}$$

Dónde:

- P_{\max} : Fuerza máxima.
- P_{\max} : Carga crítica de pandeo.
- n : Factor de seguridad

Siendo n el coeficiente de seguridad, que suele estar entre 2,5 y 3,5.

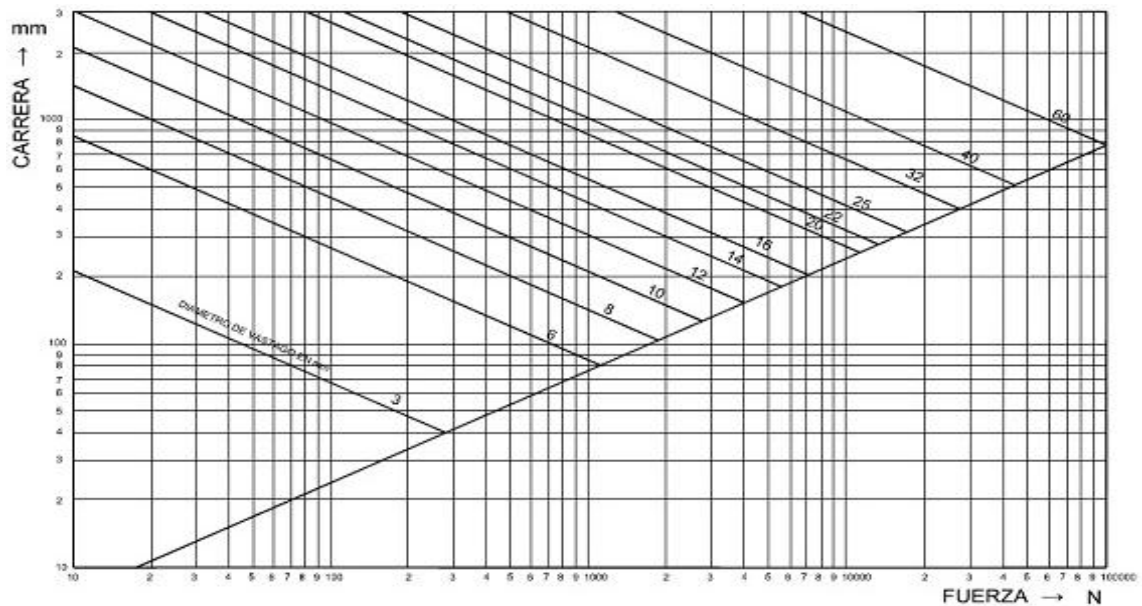


Figura 2.7: Gráfica de pandeo.

Fuente: http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2_apartado2.htm

Para cualquier punto por debajo de la línea, este fabricante no realiza vástagos, no resultan rentables

2.3.10. Cálculo del consumo de aire

Otra característica importante es la cantidad de aire a presión necesaria para el funcionamiento de un cilindro. La energía del aire comprimido que alimenta los cilindros se consume en forma de trabajo y, una vez usado, el aire se expulsa a la atmósfera por el escape. El consumo teórico de aire de un cilindro es el volumen consumido por ciclo de trabajo.

Un ciclo de trabajo se refiere al desplazamiento del émbolo desde su posición inicial hasta el final de su carrera de trabajo, más el retorno a su posición inicial.

Dimensionado el actuador o actuadores del circuito, se podrá definir la cantidad de aire requerida. Esta cantidad de aire es función del tiempo de duración de cada fase o de la frecuencia de realización de una determinada tarea (movimiento lineal de una carga) o la velocidad de giro requerida (movimiento rotativo).

Se debe tener en cuenta que la cantidad de aire requerido se encuentra a una cierta presión. Por tanto, se habla de cantidad de aire en “Condiciones Normales”. Así se unifica el criterio, pasando el aire a presión atmosférica. Para este cálculo, se usa la ecuación de los gases perfectos. De hecho, esta fórmula tiene bastante más interés en neumática si se dividen ambos términos por la variable tiempo, quedando:

$$V = \frac{\pi}{4} (2D^2 - d^2) * C \text{ Ecuación 2.10.}$$

Dónde:

- V: Volumen de aire comprimido a presión P en cm³.
- D: Diámetro del cilindro en cm
- d: Diámetro del vástago en cm
- C: Carrera del vástago en cm

También se ha de considerar que la densidad del aire varía en función de la presión y de la temperatura de trabajo. En cualquier libro de termodinámica podemos encontrar tablas que recoge dicha evolución.

2.3.11. Conversión de litros de aire a presión en litros de aire libre

Con la siguiente fórmula pasamos a las condiciones estándar una cantidad de aire a presión para calcular consumos, ya que este valor se usa para dimensionar componentes.

$$Q = Q_1 \times \left(\frac{P+1.033}{1.033} \right) \text{ Ecuación 2.11.}$$

Dónde:

- Q₁= Litros de aire comprimido a presión P.
- Q = Litros de aire libre.
- P = Presión del aire comprimido en Kg/cm².

2.3.12. Gasto de cilindros neumáticos

$$Q = \frac{\pi * C * p * n}{4000} (2D^2 - d^2) \text{ Ecuacion 2.12.}$$

Siendo:

Q = Caudal en L/min a la presión atmosférica

N = Número de ciclos por minuto

P = presión de aire en Bar kp/cm^2

C = carrera del vástago en cm

Finalmente, cada fabricante acaba proponiendo la forma de calcular el caudal o cantidad de aire requerida en función de la geometría y características de sus productos. En la tabla 2.2 vemos el consumo de aire en un cilindro en función de la presión de trabajo y el diámetro del émbolo.

Tabla 2.2: Consumo de aire para cilindros neumáticos.

Presión de trabajo en atmósferas															
Diam. cilindro mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Consumo de aire en litros por cm de carrera del cilindro														
6	0.0005	0.0008	0.0011	0.0014	0.0016	0.0019	0.0022	0.0025	0.0027	0.0030	0.0033	0.0036	0.0038	0.0041	0.0044
12	0.002	0.003	0.004	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.016	0.018
16	0.004	0.006	0.008	0.010	0.011	0.014	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026	0.028	0.029	0.032
25	0.010	0.014	0.019	0.024	0.029	0.033	0.038	0.043	0.048	0.052	0.057	0.062	0.067	0.071	0.076
35	0.019	0.028	0.038	0.047	0.056	0.066	0.075	0.084	0.093	0.103	0.112	0.121	0.131	0.140	0.149
40	0.025	0.037	0.049	0.061	0.073	0.085	0.097	0.110	0.122	0.135	0.146	0.157	0.171	0.183	0.196
50	0.039	0.058	0.077	0.096	0.115	0.134	0.153	0.172	0.191	0.210	0.229	0.248	0.267	0.286	0.305
70	0.076	0.113	0.150	0.187	0.225	0.262	0.299	0.335	0.374	0.411	0.448	0.485	0.523	0.560	0.597
100	0.155	0.231	0.307	0.383	0.459	0.535	0.611	0.687	0.763	0.839	0.915	0.911	1.067	1.143	1.219
140	0.303	0.452	0.601	0.750	0.899	1.048	1.197	1.346	1.495	1.644	1.793	1.942	2.091	2.240	2.389
200	0.618	0.923	1.227	1.531	1.835	2.139	2.443	2.747	3.052	3.356	3.660	3.964	4.268	4.572	4.876
250	0.966	1.441	1.916	2.392	2.867	3.342	3.817	4.292	4.768	5.243	5.718	6.193	6.668	7.144	7.619

Fuente: http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2_apartado2.htm

Para disponer de aire y conocer el gasto de energía, es importante conocer el consumo de la instalación. Para una presión de trabajo, un diámetro y una carrera de émbolos determinados, el consumo de aire se calcula como sigue:

Relación de compresión – Superficie del émbolo – Carrera

La relación de compresión e_2/e_1 se calcula de la forma siguiente:

$$\frac{101,3 + P_{trabajo}}{101,3} \text{ en KPa (referida al nivel del mar)} \quad \text{Ecuación 13.}$$

Con ayuda de la tabla de la figura 7, se pueden establecer los datos del consumo de aire de una manera más sencilla y rápida.

Los valores están expresados por cm de carrera para los diámetros más corrientes de cilindros y para presiones de 200 a 1.500 kPa (2 – 15 bar). El consumo se expresa en los cálculos en litros (de aire aspirado) por minuto.

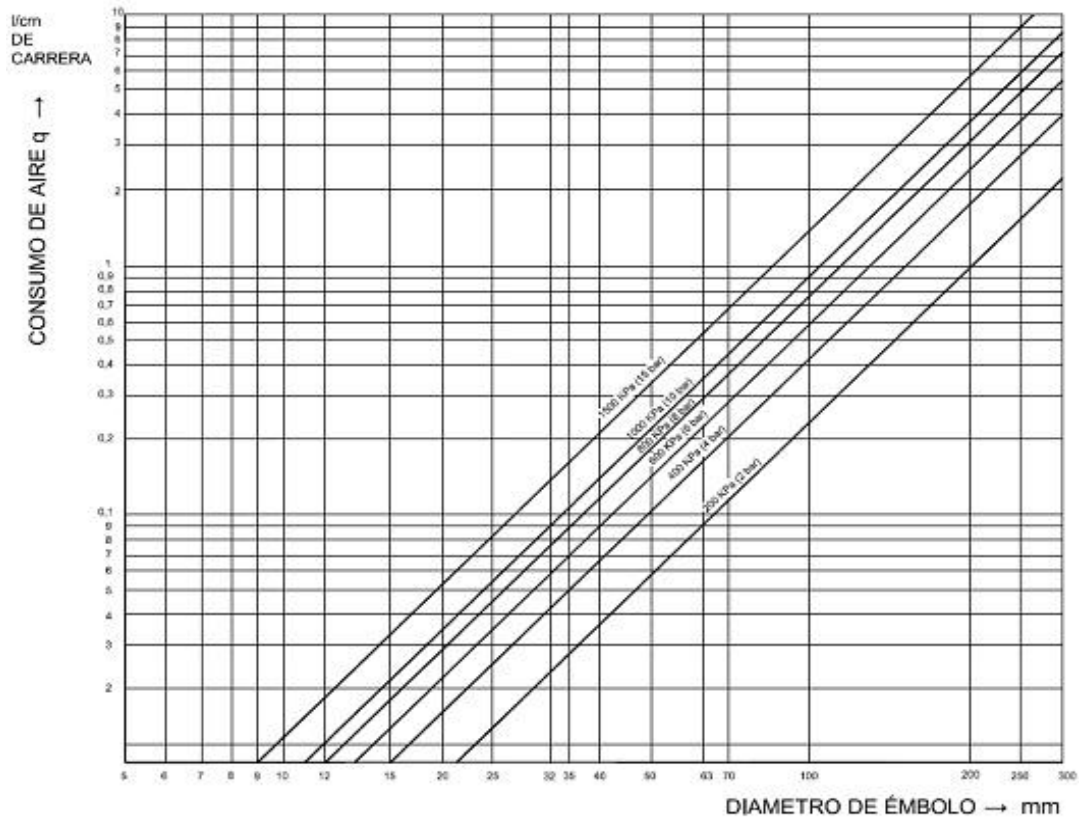


Figura 2.8: Consumo de aire (l/cm de carrera).

Fuente: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica9.htm>

2.3.13. Fórmulas para calcular el consumo del aire

- Cilindro simple efecto:

$$V = s \times n \times \frac{d^2 \times \pi}{4} \text{Relacion de compresión (l/m)} \quad \text{Ecuación 2.14.}$$

b. Cilindro doble efecto:

$$V = \left[s \times \frac{D^2 \times \pi}{4} + s \times \frac{D^2 - d^2 \times \pi}{4} \right] \times n \text{Relacion de compresión } \left(\frac{l}{m} \right) \text{Ecuación 2.15.}$$

Dónde:

- V= Cantidad de aire (l/min)
- s = Longitud de carrera (cm)
- n = Ciclos por minutos

2.3.14. Longitud de cilindros neumáticos

La longitud de carrera en cilindros neumáticos no debe exceder de 2000 mm. Con émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo del aire.

Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía es demasiado grande. Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal. Además, al prolongar la carrera la distancia entre cojinetes aumenta y, con ello, mejora la guía del vástago.

2.3.15. Velocidad del émbolo

La velocidad del émbolo en cilindros neumáticos depende de la fuerza antagonista de la presión del aire, de la longitud de la tubería, de la sección entre los elementos de mando y trabajo y del caudal que circula por el elemento de mando. Además, influye en la velocidad la amortiguación de final de carrera, La velocidad media del émbolo, en cilindros estándar, está comprendida entre 0,1 y 1,5 m/s. Con cilindros especiales (de impacto) se alcanzan velocidades de hasta 10 m/s. La velocidad del émbolo es función de la presión de trabajo, de la fuerza antagonista, de las secciones de las tuberías y también del diámetro nominal de la válvula de mando. Además, la velocidad del émbolo puede ser afectada por válvulas estranguladoras o por válvulas de escape rápido. La velocidad puede

regularse con válvulas especiales: de estrangulación, anti retorno y de escape rápido, que proporcionan velocidades mayores o menores. La obtención de una velocidad uniforme a lo largo de toda la carrera es un problema muy complejo, ya que no debemos olvidar que estamos tratando con un fluido compresible. Para comprender el uso de esta gráfica, veámoslo con un ejemplo: Con una carga de 35kp, un diámetro del cilindro de 40mm y una válvula prevista de 1/8", podríamos conseguir velocidades de 130mm/s. Si escogemos una válvula de 1/4" podríamos obtener velocidades de 500mm/s aproximadamente.

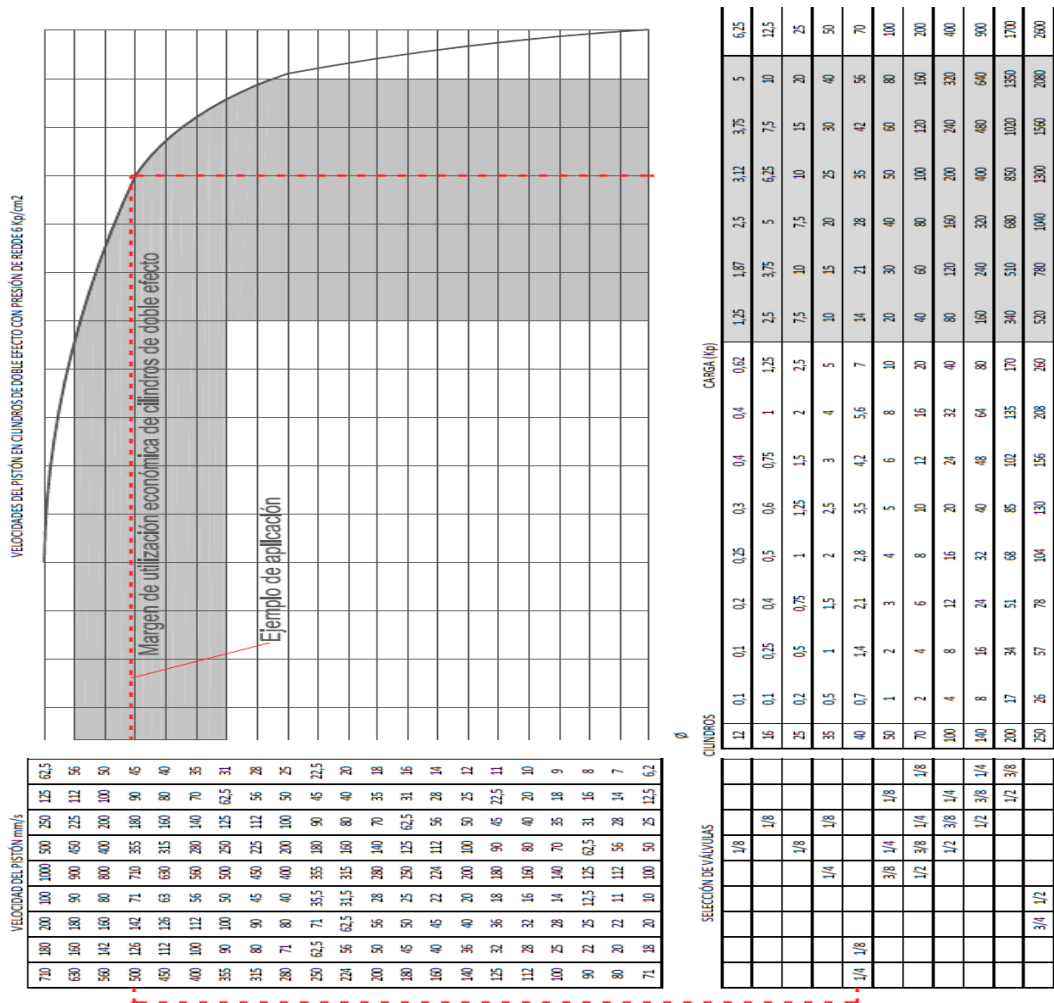


Figura 2.9: Rangos de velocidad de émbolos y margen de utilización económica.

Fuente: Dispositivos neumáticos: Introducción y Fundamentos.

La velocidad del pistón puede variar en $\pm 10\%$ por influencias mecánicas o del mando.

2.3.16. Actuadores de movimiento rectilíneo

Un cilindro es un tubo circular de sección constante, cerrado en sus dos extremos en cuyo interior se encuentra un émbolo unido a un vástago, el mismo que sale por uno de sus extremos. El émbolo divide al cilindro en dos cámaras pudiendo existir una abertura por cada una por donde puede entrar y salir el aire comprimido. La alimentación de aire comprimido para un cilindro puede ser a distancia, aspecto por el cual se lo utiliza en ambientes extremos o en lugares restringidos para el acceso de personas. Su capacidad de trabajo viene dada por su carrera y diámetro pero debido a la gran fuerza que proporcionan se los utiliza para mover cargas considerables. En forma general, sus partes constitutivas, tal como lo muestra la figura 10, son las siguientes:

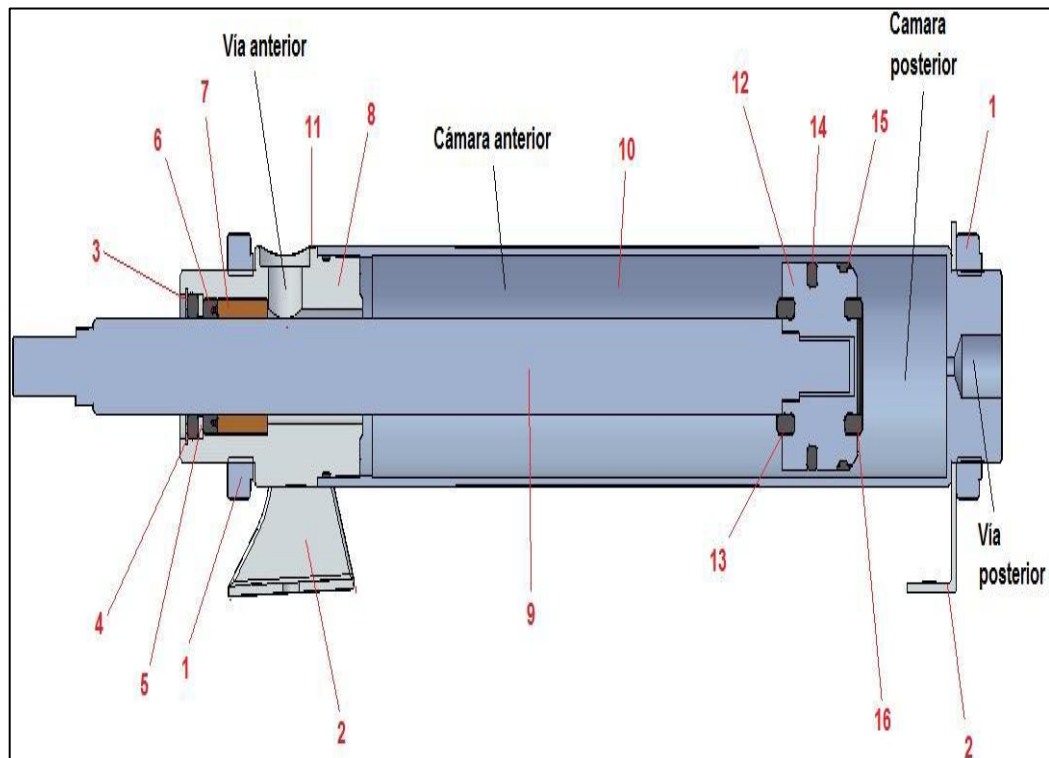


Figura 2.10: Cilindro doble efecto

Fuente: <http://www.diee.unican.es>

Los componentes que forman parte del cilindro se muestran en la tabla 3 (en rojo en la figura 2.10)

Tabla 2.3: Elementos constitutivos de un cilindro doble efecto

DENOMINACIÓN DE LAS PIEZAS DEL CONJUNTO			
Cilindro de doble efecto			
1	Tuerca de fijación	9	Vástago
2	Bridas de sujeción	10	Camisa
3	Arandela de seguridad	11	Tornillo guía (no visible)
4	Junta rascadora	12	Émbolo
5	Arandela de sujeción	13	Junta de amortiguación
6	Junta de labios	14	Junta tórica
7	Cojinete guía	15	Junta del émbolo
8	Culata anterior	16	Junta de guía del émbolo

Fuente: Teoría, diseño y simulación de componentes y circuitos para la docencia interactiva vía web.

En este tipo de cilindros, el esfuerzo neumático se realiza en los dos sentidos de desplazamiento por lo que no cuenta con un resorte de reposición. Presenta dos entradas/salidas de aire, una delantera y una posterior, que hacen las veces de alimentación y evacuación de aire comprimido. Son utilizados en aquellos casos en los que el émbolo tiene que realizar cierto trabajo al retornar a su posición inicial. Se debe tomar en cuenta que la fuerza de retroceso es menor, debido a la menor superficie del émbolo sobre la cual actúa el aire comprimido. La siguiente figura muestra un cilindro de doble efecto tanto en su posición inicial como con su carrera completamente desplegada. Note las dos vías de E/S de aire.

La fuerza desarrollada por un cilindro de doble efecto al avanzar el vástago depende de la presión del aire, de la sección del émbolo y del rendimiento o pérdidas por rozamiento en las juntas dinámicas. En el retroceso será preciso considerar también el diámetro del vástago.

En los cilindros de simple efecto, como el trabajo neumático sólo se realiza en un sentido, será necesario considerar la reacción del resorte de recuperación que se opone al movimiento y, por tanto reduce la fuerza útil.

Generalmente la fuerza de un cilindro se calcula para una presión de aire de unos 6 bares, que es la que normalmente, garantiza la red de distribución. Eso no

significa que puedan ser consideradas otras presiones por encima o por debajo de la mencionada. En todos los casos, y dada la facilidad con que se regula la presión, es conveniente sobredimensionar algo el cilindro por si, accidentalmente, en un momento determinado, la red proporciona una presión inferior a la estimada en principio.

En cuanto al rendimiento de los cilindros, depende del diseño del mismo y, por tanto, del fabricante. Si no se dispone de datos más precisos, y a modo de orientación, basta considerar:

Para cilindros de hasta $D = 40 \text{ mm}$ $R = 0.85$

Para cilindros superiores a $D = 40 \text{ mm}$ $R = 0.95$

En cilindros de doble efecto, la fuerza efectiva de avance será:

$$Fa = \frac{\pi}{4} D^2 \times p \times R \quad \text{Ecuación 2.16.}$$

Dónde:

- Fa = Fuerza del cilindro en daN (o en kp)
- D = Diámetro del cilindro en cm
- p = Presión del aire en bar (o kp/cm^2)
- R = Rendimiento del cilindro

La fuerza en el retroceso para estos mismos cilindros será:

$$Fr = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times p \times R \quad \text{Ecuación 2.17.}$$

Siendo:

- d = Diámetro del vástago en cm

En cuanto a los cilindros de simple efecto con retorno por muelle, la fuerza de avance, o fuerza efectiva de trabajo será:

$$Fa = \frac{\pi}{4} D^2 \times p \times R \times Fm \quad \text{Ecuación 2.18.}$$

Siendo:

- F_m = Fuerza de resorte en daN (o kp)

Los fabricantes de cilindros de simple efecto, proporcionan datos de fuerza de empuje para diferentes posiciones del vástago. Como se sabe, la fuerza o resistencia que opone un resorte al ser comprimido depende de la deformación axial a la cual se le somete. La fuerza es directamente proporcional a la deformación, por tanto, en el empuje, la máxima fuerza la realiza el cilindro al iniciar la marcha, y la mínima, al finalizar el recorrido de avance.

En la tabla 4 se indican fuerzas teóricas en daN de avance y retroceso del vástago en cilindros de doble efecto para presiones entre 2 y 8 bar. Para obtener la fuerza real será preciso multiplicar dicha fuerza por el rendimiento. Así pues:

$$F_{ra} = F_a . R \quad \text{Para el avance} \quad \text{Ecuación 2.19.}$$

$$F_{rr} = F_r . R \quad \text{Para el retroceso} \quad \text{Ecuación 2.20.}$$

Tabla 2.4: Fuerzas teóricas en cilindros de doble efecto

D mm	d mm	Sección cm ²		Esfuerzos en daN para presión en bar							
				2		4		6		8	
		Sa	Sr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
10	4	0,80	0,60	1,6	1,2	3,2	2,4	4,8	3,6	6,4	4,8
12	6	1,10	0,80	2,2	1,6	4,4	3,2	6,6	4,8	8,8	6,4
16	6	2,00	1,70	4,0	3,4	8,0	6,8	12,0	10,2	16,0	13,6
20	10	3,10	2,30	6,2	4,3	12,4	8,6	18,6	13,8	24,8	17,2
25	12	4,90	3,80	9,8	7,6	19,6	15,2	29,4	22,8	39,2	30,4
32	12	8,00	6,9	16,0	13,8	32,0	17,6	48,0	41,4	64,0	55,2
40	18	12,60	10,00	25,2	20,0	50,4	40,0	75,6	60,0	100,8	80,0
50	18	19,60	17,00	39,2	34,0	78,4	68,0	117,6	102,0	156,8	136,0
63	22	31,20	27,4	62,4	54,8	124,8	109,6	187,2	164,4	249,6	219,2
80	22	50,30	46,5	100,6	93,0	201,2	186,0	301,8	279,0	402,4	372,0
100	30	78,50	71,5	157,0	143,0	314,0	286,0	471,0	429,0	628,0	572,0
125	30	123,0	115,7	246,0	213,4	492,0	462,8	738,0	694,2	984,0	925,6
160	40	201,0	188,0	402,0	376,0	804,0	752,0	1206,0	1128,0	1608,0	1504,0
200	40	314,0	301,0	628,0	602,0	1256,0	1204,0	1884,0	1806,0	2512,0	2408,0
250	50	491,0	471,0	982,0	942,0	1964,0	1884,0	2946,0	2826,0	3928,0	3768,0

Fuente: Neumática práctica

2.3.17. Válvulas

Las válvulas son elementos cuya función es la de controlar y dirigir el flujo del aire comprimido dentro del sistema neumático de manera dosificada y en momento adecuado. Es así que de acuerdo a su función, las válvulas se dividen en los siguientes grupos:

- Válvulas de vías o distribuidoras.

- Válvulas de bloqueo.
- Válvulas de presión.
- Válvulas de caudal.
- Válvulas de cierre.

2.3.17.1. Válvulas de vías o distribuidoras

Estas válvulas son las que por medio de sus orificios, también llamados vías, determinan el inicio, la parada y la dirección del aire comprimido. Pueden tener dos, tres, cuatro y hasta cinco vías de acuerdo a la aplicación en la que vayan a ser utilizadas.

2.3.17.2. Representación.

En cuanto a la representación de las válvulas distribuidoras, se debe tomar en cuenta principalmente el número de vías u orificios que tiene y las posiciones que puede adoptar el distribuidor para dirigir el flujo por una u otra vía. De esta manera la representación se da de la siguiente manera:

N/ M

Dónde:

- N: Cantidad de posiciones
- M: Cantidad de conexiones

Un ejemplo es una válvula 4/3 que representa una válvula que tiene 4 vías y 3 posiciones.

2.3.17.3. Accionamiento

Para que las válvulas vayan de una posición a otra es necesario que sean accionadas de alguna manera. De acuerdo a cómo se produzca esta señal de activación se distinguen dos tipos:

- Accionamiento permanente, señal continua.- La válvula es accionada manual, mecánica, neumática o eléctricamente durante todo el tiempo hasta que se reposiciona manual o mecánicamente por medio de un muelle.

- Accionamiento momentáneo, impulso.- La válvula es activada por una señal breve y permanece en esa posición hasta que otra señal la vuelve a su posición inicial.

De esta manera, los tipos de accionamiento que se pueden dar son los siguientes:

Manuales:

- Pulsador manual.
- Pulsador tipo hongo.
- Palanca.
- Pedal.
- Interruptor con llave.

Mecánicos:

- Por el conjunto leva – biela.
- Rodillo.
- Rodillo articulado.
- Resorte.
- Elástico.

Neumáticos:

- Por presión neumática.
- Por descarga neumática.

Eléctricos:

- Bobina.
- Bobinas en el mismo sentido.
- Bobinas contrapuestas.

2.3.18. Diseño de ejes⁶

⁶ eime.univalle.edu.co/cursos/**diseño_II/ejes_liztman.ppt**

Un eje es un elemento de máquina generalmente rotatorio y a veces estacionario, que tiene sección normalmente circular de dimensiones menores a la longitud del mismo. Tiene montados sobre sí, elementos que transmiten energía o movimiento, tales como poleas (con correas o cadenas), engranajes, levas, volantes, etc.

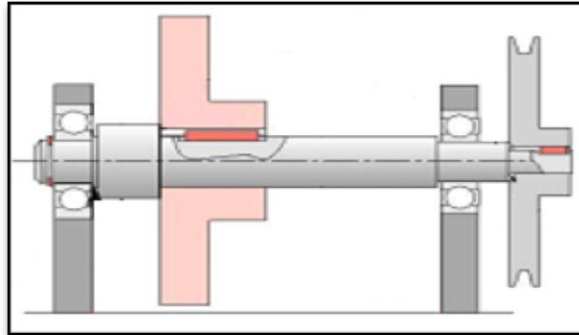


Figura 2.11: Ejemplo de ejes usados en la industria

Fuente: eime.univalle.edu.co/cursos/disenio_II/ejes_liztman.ppt

2.3.19. Procedimiento de diseño de un eje

La geometría de un eje es tal que el diámetro generalmente será la variable que se use para satisfacer un diseño. Un procedimiento general para el cálculo y diseño de ejes se puede condensar en las siguientes etapas:

- Desarrollar un diagrama de cuerpo libre.

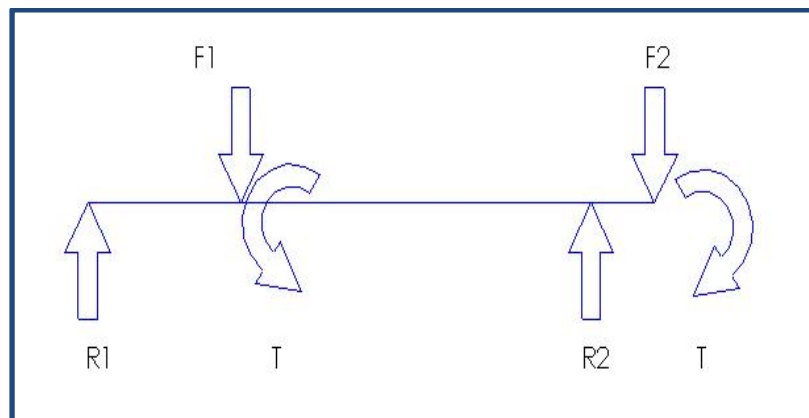


Figura 2.12: Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Luis Navarrete 2011

- Se dibuja un diagrama de los momentos flexionantes en los planos x-y y x-z
- Se desarrolla un diagrama de los pares de torsión

- Seleccionar las secciones más conflictivas y de ellas los puntos más conflictivos.
- Evaluar el eje desde el punto de vista de rigidez estática
- Seleccionar el criterio o teoría de falla estática o dinámica en función del tipo de material (frágil o dúctil) y tipo de rotura estimada (fatiga, etc.)
- Calcular la velocidad crítica del eje si este es giratorio

2.3.20. Diseño para sollicitación estática

La determinación de las dimensiones de un eje es un problema mucho más simple cuando solo actúan cargas estáticas.

$$\tau_{max} = \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{[(8M + Fd)^2 + (8T)^2]}^{1/2} \quad \text{Ecuación 2.21.}$$

$$\sigma' = \frac{4}{\pi d^3} [(8M + Fd)^2 + 48T^2]^{1/2} \quad \text{Ecuación 2.22.}$$

Estas ecuaciones permiten determinar d

Dónde:

- τ_{max} : Esfuerzo cortante máximo
- M: Momento flector.
- T: Momento torsionante.
- σ' : Esfuerzo normal
- d: Diámetro del eje

2.3.21. Discriminación de los esfuerzos normales y cortantes

Dado el tipo de configuración de las sollicitaciones se puede discriminar el siguiente estado tensional genérico debido a flexión, torsión y efecto axial:

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3} \quad \text{Ecuación 2.23.}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad \text{Ecuación 2.24.}$$

Entonces según las expresiones de esfuerzos principales y los esfuerzos cortantes máximos y mínimos, según un estado plano de esfuerzos, se obtienen como:

$$\{\sigma_1, \sigma_2\} = \left(\frac{16M}{\pi d^3} + \frac{2P}{\pi d^2}\right) \pm \sqrt{\left(\frac{16M}{\pi d^3} + \frac{2P}{\pi d^2}\right)^2 + \left(\frac{16T}{\pi d^3}\right)^2} \quad \text{Ecuación 2.25.}$$

$$\{\tau_{max}, \tau_{min}\} = \sqrt{\left(\frac{16M}{\pi d^3} + \frac{2P}{\pi d^2}\right)^2 + \left(\frac{16T}{\pi d^3}\right)^2} \quad \text{Ecuación 2.26.}$$

Ahora bien, según sea el criterio de rotura que se pretenda emplear se tendrán diferentes casos, los cuales se tratarán a continuación.

- Teoría de la Energía de Distorsión (Criterio de Von Mises-Hencky)
- Teoría del máximo esfuerzo cortante (Criterio de Coulomb-Tresca)

2.3.22. Teoría de la energía de distorsión (criterio de Von Mises-Hencky)

El criterio de máxima energía de distorsión establece que la falla se produce (en un material dúctil) cuando se cumple que:

$$\sqrt{(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2)} \geq \frac{S_y}{n_s} \quad \text{Ecuación 2.27.}$$

El caso de poder desechar el esfuerzo axial, se puede obtener la conocida expresión:

$$d = \sqrt[3]{\left(\frac{32n_s}{\pi S_y} \sqrt{M^2 + 3/4T^2}\right)} \quad \text{Ecuación 2.28.}$$

Que tiene explícito el diámetro en función de las solicitaciones actuantes.

2.3.23. Teoría de la máxima tensión de corte (criterio de Coulomb-Tresca)

En este caso la falla se presentará si se cumple que:

$$\sigma_1 - \sigma_2 \geq \frac{S_y}{n_s} \quad \text{Ecuación 2.29.}$$

Ahora como en el caso anterior, en ausencia de cargas axiales se puede explicitar el diámetro obteniendo:

$$d = \sqrt[3]{\left(\frac{32n_s}{\pi S_y} \sqrt{M^2 + T^2}\right)} \quad \text{Ecuación 2.30.}$$

2.3.24. Diseño para sollicitación dinámica

Teoría de diseño a la fatiga para materiales dúctiles

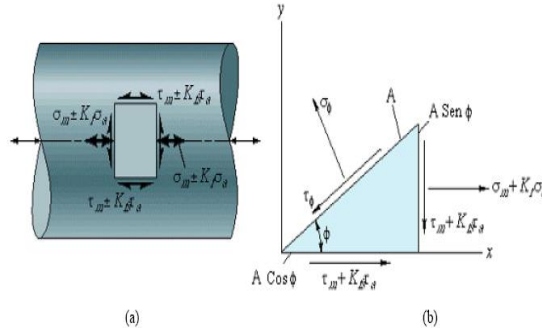


Figura 2.13: Estado tensional tangencial sobre el plano oblicuo A

Fuente: eime.univalle.edu.co/cursos/diseño_II/ejes_liztman.ppt

Para deducir una expresión de cálculo a la fatiga en ejes, se pueden contabilizar diferentes situaciones. La manera más simple es analizando el estado tensional tangencial sobre el plano oblicuo A, esto significa emplear una variante del criterio de Máximo Esfuerzo Cortante.

Efectuando una sumatoria sobre la tangente del plano inclinado en ϕ , se obtiene:

Efectuando una sumatoria sobre la tangente del plano inclinado en ϕ , se obtiene:

$$\frac{S_y}{n_s} = \frac{32}{\pi d^3} \sqrt{\left(M_m + \frac{S_y K_f}{S_e} M_a\right)^2 + \left(T_m + \frac{S_y K_{fs}}{S_e} T_a\right)^2} \quad \text{Ecuación 2.31.}$$

Expresión de fatiga por criterio de máxima tensión de corte

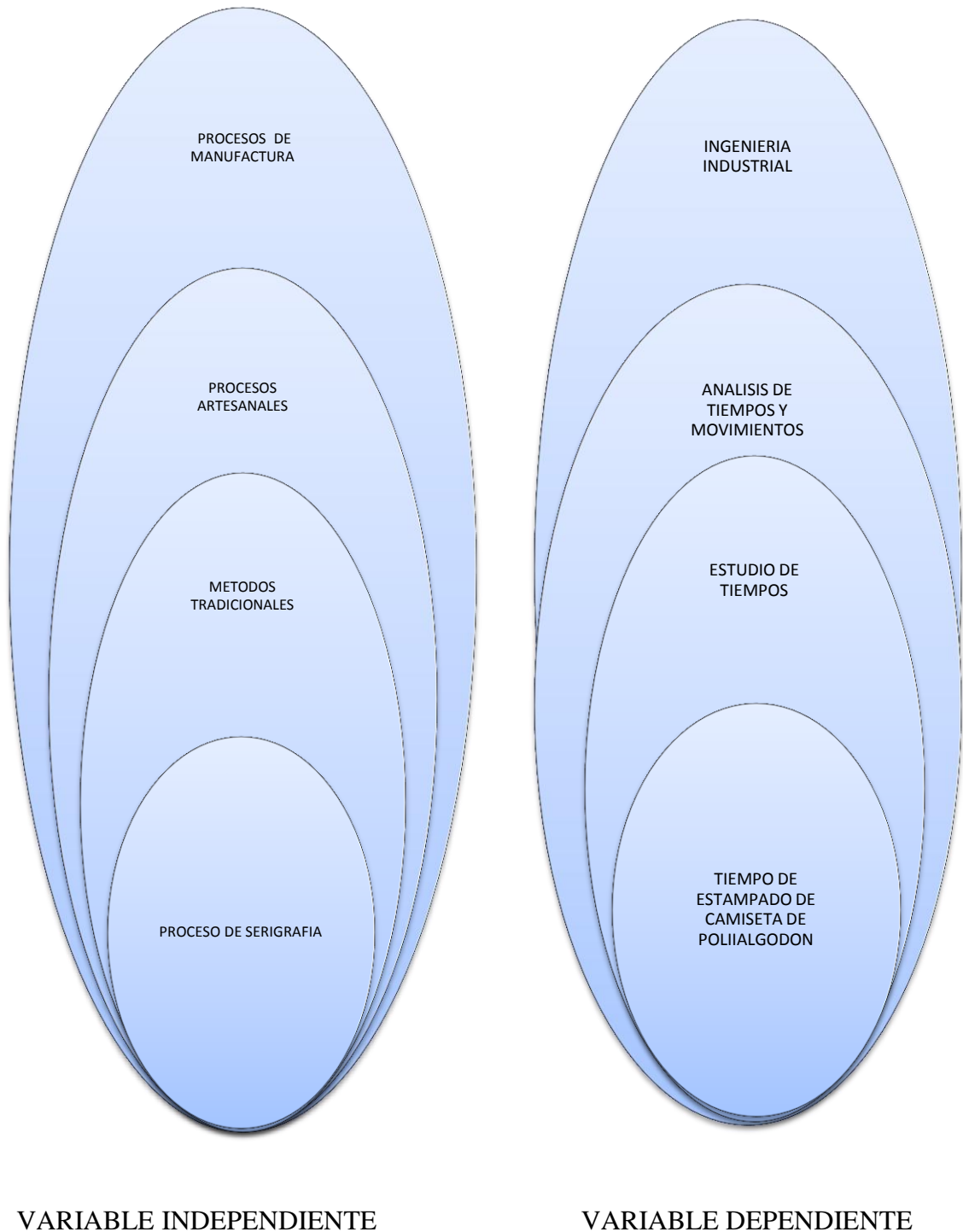
Se puede despejar el diámetro o el coeficiente de seguridad o el valor del esfuerzo de fluencia según sea el tipo de cálculo que se encare. Por otro lado se puede demostrar que para la teoría de máxima energía de deformación se obtiene la siguiente expresión

$$\frac{S_y}{n_s} = \frac{32}{\pi d^3} \sqrt{\left(M_m + \frac{S_y K_f}{S_e} M_a\right)^2 + \frac{3}{4} \left(T_m + \frac{S_y K_{fs}}{S_e} T_a\right)^2} \quad \text{Ecuación 2.32.}$$

Expresión de fatiga por criterio de máxima energía de deformación

NOTA: En determinadas circunstancias y aplicaciones es común que alguno de los esfuerzos M_m , M_a , T_m y T_a sea nulo. Por ejemplo en el caso de flexión es más preponderante M_a que M_m y en torsión ocurre lo contrario. Sin embargo esto depende estrictamente de las aplicaciones.

2.4.CATEGORIAS FUNDAMENTALES.



2.5.HIPOTESIS

La implementación de un sistema mecánico en el proceso serigrafía disminuirá el tiempo en el estampado de camisetas de poli algodón en la empresa PRODUTEXTI.

2.6.SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPOTESIS

2.6.1. Variable independiente

Sistema mecánico en el proceso serigrafía

2.6.2. Variable dependiente

Tiempo en el estampado de camisetas de poli algodón.

2.6.3. Termino de relación

Disminuirá

CAPITULO III

3. METODOLOGIA.

3.1.ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo del trabajo de investigación estuvo enmarcado dentro del enfoque cualicuantitativo, debido a que se requirió una observación directa en la empresa con el objeto de descubrir e interpretar la realidad del problema en un espacio contextualizado que ayude a proponer acciones inmediatas para solucionarlo.

3.2.MODALIDAD BASICA DE INVESTIGACION.

3.2.1. De campo.

Tenemos que ir al lugar donde se va a realizar la investigación y ver las necesidades de la empresa.

3.2.2. Bibliográfico.

Se recopilara todo tipo de documentos e información a través de las fuentes como libros, videos y de las diferentes paginas existentes en el internet.

3.2.3. Experimental

Tendremos que realizar varios experimentos para determinar la correcta opción para solucionar los problemas que se presenten en esta investigación.

3.3.NIVEL O TIPO DE INVESTIGACION.

3.3.1. Descriptivos.

Debido a que necesitamos detallar ciertos parámetros que son muy importantes para definir los materiales a utilizar para la construcción de los sistemas que son necesarios para la máquina de serigrafía para camiseta de polialgodón, así como también para poder definir el costo de dichos materiales.

3.3.2. Explicativos.

Debido a que a través de esta investigación podremos determinar el rendimiento del proceso de PROCESO DE SERIGRAFÍA explicaremos las mejoras que brindara la máquina.

3.4. POBLACION Y MUESTRA.

3.4.1. Población o universo de estudio

En el presente trabajo de investigación se tomará en cuenta al personal que labora en el área de serigrafía de la empresa PRODUTEXTEI siendo un total de 7 personas, razón por la cual no se aplicará la fórmula para obtener muestra debido a que la población es muy pequeña y se trabajará con todas las personas.

3.5. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.

Variable independiente:

Proceso de serigrafía

Concepto	Categorías	Indicadores	Técnicas e instrumentos
Consiste en utilizar a las personas para realizar los requerimientos físicos del proceso de serigrafía.	Intervención Humana	Tiempo	T. Entrevista
	Requerimiento físico	Tipo de esfuerzo	I. Cuestionario

Variable dependiente:

Tiempo en el estampado de camisetas de poli algodón.

Conceptualización	Categorías	Indicadores	técnicas e instrumentos
Es el proceso mediante el cual se graba o estampa diferentes formas o dibujos sobre una tela. Es una parte muy importante dentro del proceso de producción ya que es la base para conseguir un producto final de calidad.	Grabar Estampar	Tiempo Precisión	T. Entrevista I. Cuestionario T. Observación
	Base para conseguir un producto final de calidad	Calidad del estampado	I. Cronometro

3.6.PLAN DE RECOLECCION DE LA INVESTIGACION.

Como se explicó anteriormente en la operacionalización de variables se recolectara información por medio de las siguientes técnicas con sus respectivos instrumentos:

Entrevista.

Para algunas preguntas será necesaria una entrevista semiestructurada con una lista de tópicos en relación a los cuales se centraliza la investigación, otra se

realizara con su respectivo cuestionario para obtener información de la población investigada sobre las variables que interesan ser estudiadas.

Observación.

Para lo cual se tomara notas o todo lo que se considere necesario en un anecdotario, para describir los hechos de significación especial que ayudara a registrar incidentes hasta tener una base informativa suficiente; se utilizara un cuaderno de notas para describir todo lo observado, además se anotara fechas, cantidades y expresiones que se escuchen.

3.7.PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.

Revisión crítica de la información recogida.

Tabulación de cuadros según las variables de las hipótesis.

Porcentual: obtener la relación porcentual con respecto al total de los indicadores, con el resultado numérico y con el porcentaje se estructurara el cuadro de resultados que sirve de base para graficar.

Gráficas, representar los resultados mediante gráficos estadísticos.

Estudio estadístico de datos para representación de resultados.

Analizar e interpretar los resultados relacionando con las diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos y las hipótesis.

3.8.ANALISIS DE RESULTADOS.

Junto al grafico realizar un comentario con el análisis e interpretación del mismo en función de los objetivos, de la hipótesis o de la propuesta que se va a incluir.

Análisis estadístico de los resultados, destacando las tendencias, o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos y la hipótesis.

Interpretación de los resultados, con apoyo del marco teórico.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1. PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN EL TIEMPO DE ESTAMPADO DE CAMISETAS DE POLIALGODÓN.

- ¿Cree usted que el proceso de serigrafía que utiliza para el estampado de camisetas de polialgodón es el adecuado?

En la tabla 4.1 y Figura 4.1 se puede observar que 5 personas que corresponde al 75% no están de acuerdo con el proceso de serigrafía que es utilizado para el estampado de camisetas de polialgodón en la empresa Produtexti

Tabla 4.1: El proceso de serigrafía que utiliza para el estampado de camisetas de polialgodón es el adecuado

Respuesta	Cantidad	%
Si	1	12,5
No	5	75
Tal vez	1	12,5
Total	7	100,0

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Produtexti

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

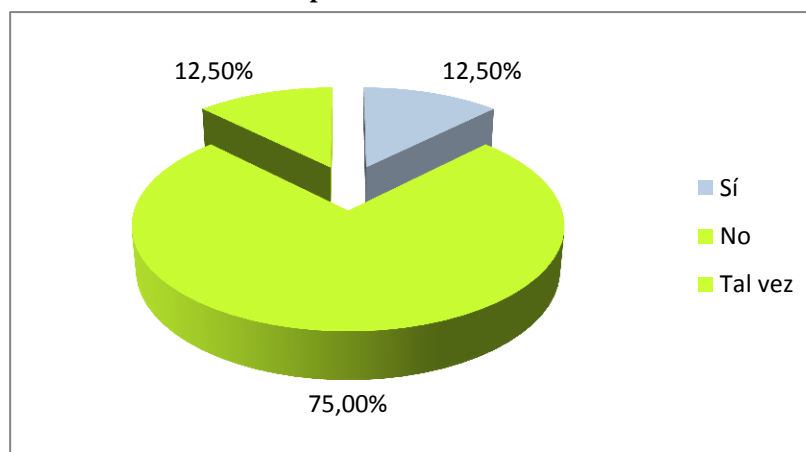


Figura 4.1: Proceso adecuado de serigrafía en camisetas de polialgodón

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Produtexti

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

- ¿Cree usted que el tiempo que se utiliza para el estampado de camisetas de polialgodón es óptimo?

En la tabla 4.2 y figura 4.2 se puede observar que 6 personas que corresponde al 85.72% no están de acuerdo con el tiempo utilizado en el proceso de serigrafía para el estampado de camisetas de polialgodón en la empresa Produtexti, a lo contrario de las personas que si están de acuerdo que son 1 y corresponde al 14.38%

Tabla 4.2: El tiempo que utiliza para el estampado de camisetas de polialgodón

Respuesta	Cantidad	%
Si	1	14.38
No	6	85.72
Total	7	100,0

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Produtexti
Elaborado por: Navarrete Luis 2011

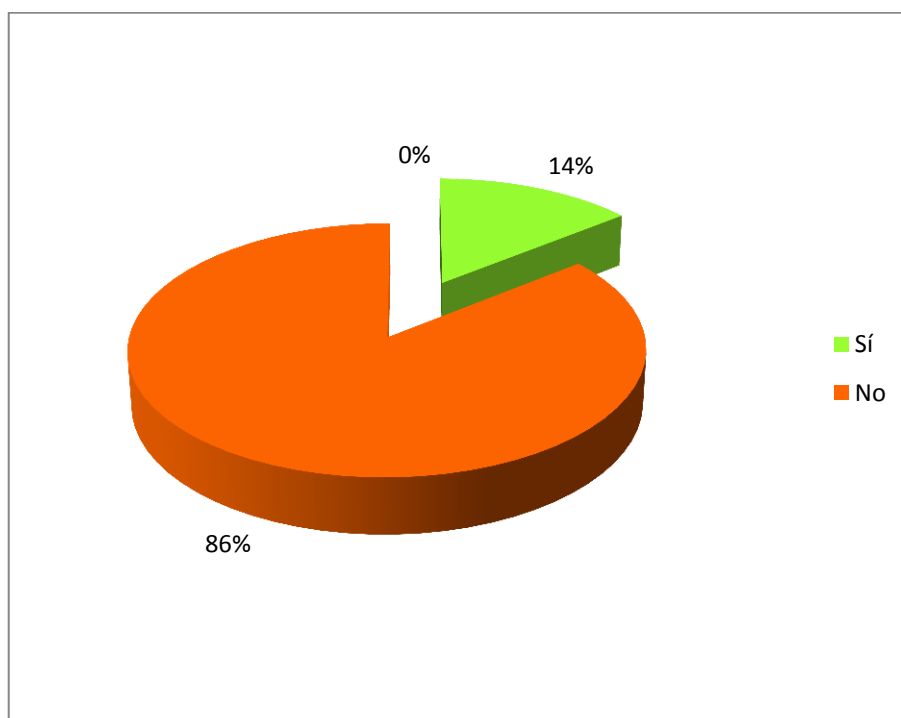


Figura 4.2: Tiempo utilizado para el estampado de camisetas

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Produtexti
Elaborado por: Navarrete Luis 2011

- ¿Cree Ud. Que mejoraría el rendimiento de su proceso con la implementación de una máquina?

En la tabla 4.3 y figura 4.3 se puede observar que 5 personas que corresponde al 71.44% creen que el rendimiento en el proceso de serigrafía para el estampado de camisetas de polialgodón en la empresa Produtexti mejoraría con la implementación de una máquina, mientras que 1 persona piensa que no y otra que tal vez

Tabla 4.3: Mejora el rendimiento de su proceso con la implementación de una máquina

Respuesta	Cantidad	%
Si	1	14.28
No	5	71.44
Tal vez	1	14.28
TOTAL	7	100

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Produtexti
Elaborado por: Navarrete Luis 2011

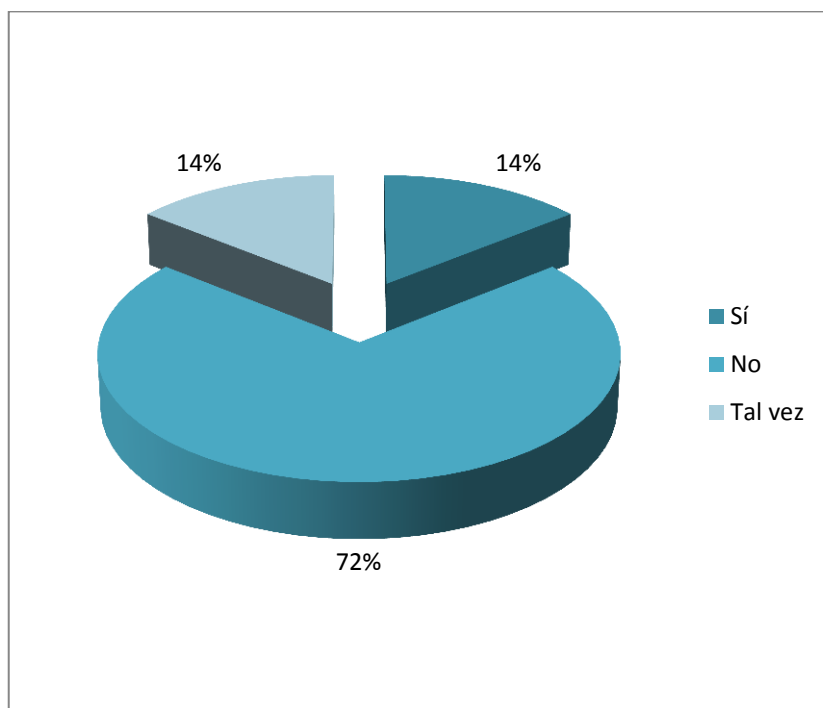


Figura 4.3: Rendimiento de su proceso con la implementación de una máquina

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Produtexti
Elaborado por: Navarrete Luis 2011

- ¿La calidad de su producto mejoraría con la mecanización del proceso de serigrafía?

En la tabla 4.4y figura 4.4 se puede observar que 5 personas que corresponde al 71.42% creen que la calidad del producto se logrará con la implementación de una máquina en proceso de serigrafía, mientras que 2 personas piensan que tal vez que corresponde al 28.58 %

Tabla 4.4: Mejora de la calidad del producto con la implementación de una máquina

Respuesta	Cantidad	%
Si	5	71.42
No	0	0
Tal vez	2	28.58
Total	7	100,0

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Productexti
Elaborado por: Navarrete Luis 2011

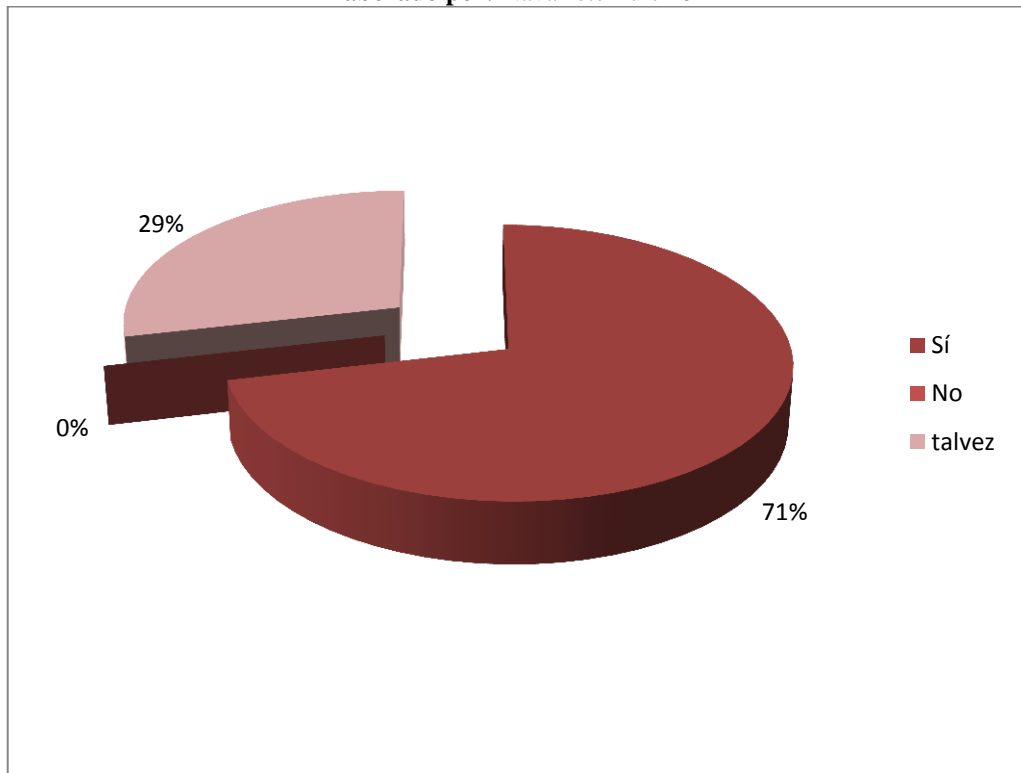


Figura 4.4: Mejora de la calidad del producto con la implementación de una máquina

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Productexti
Elaborado por: Navarrete Luis 2011

- ¿Qué le gustaría mejorar del proceso de serigrafía?

Como se puede observar en la tabla 4.5 y figura 4.5 que 4 personas que corresponde al 57% creen que sería adecuado mejorar la alineación de los marcos en el proceso de serigrafía, mientras que 3 personas piensan que sería mejor si se mejora el raclado que corresponde al 43%

Tabla 4.5: Mejoras en el proceso de serigrafía

Respuesta	Cantidad	%
Alineación de marcos	4	57
Raclado	3	43
Total	7	100,0

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Produtexti
Elaborado por: Navarrete Luis 2011

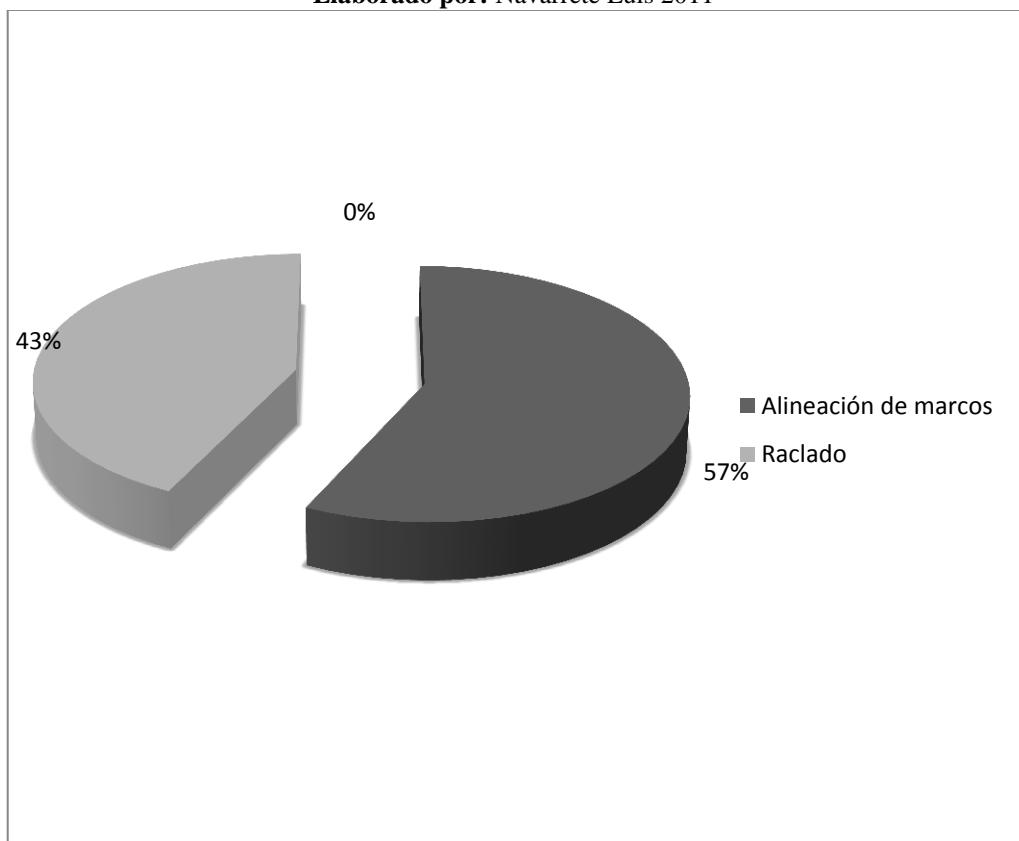


Figura 4.5: Mejoras en el proceso de serigrafía

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Produtexti
Elaborado por: Navarrete Luis 2011

4.2.DETERMINACIÓN DEL PROCESO DE SERIGRAFÍA QUE UTILIZA LA EMPRESA PARA ESTAMPAR CAMISetas DE POLIALGODON.

4.2.1. Distribución del área de serigrafía empresa PRODUTEXTI

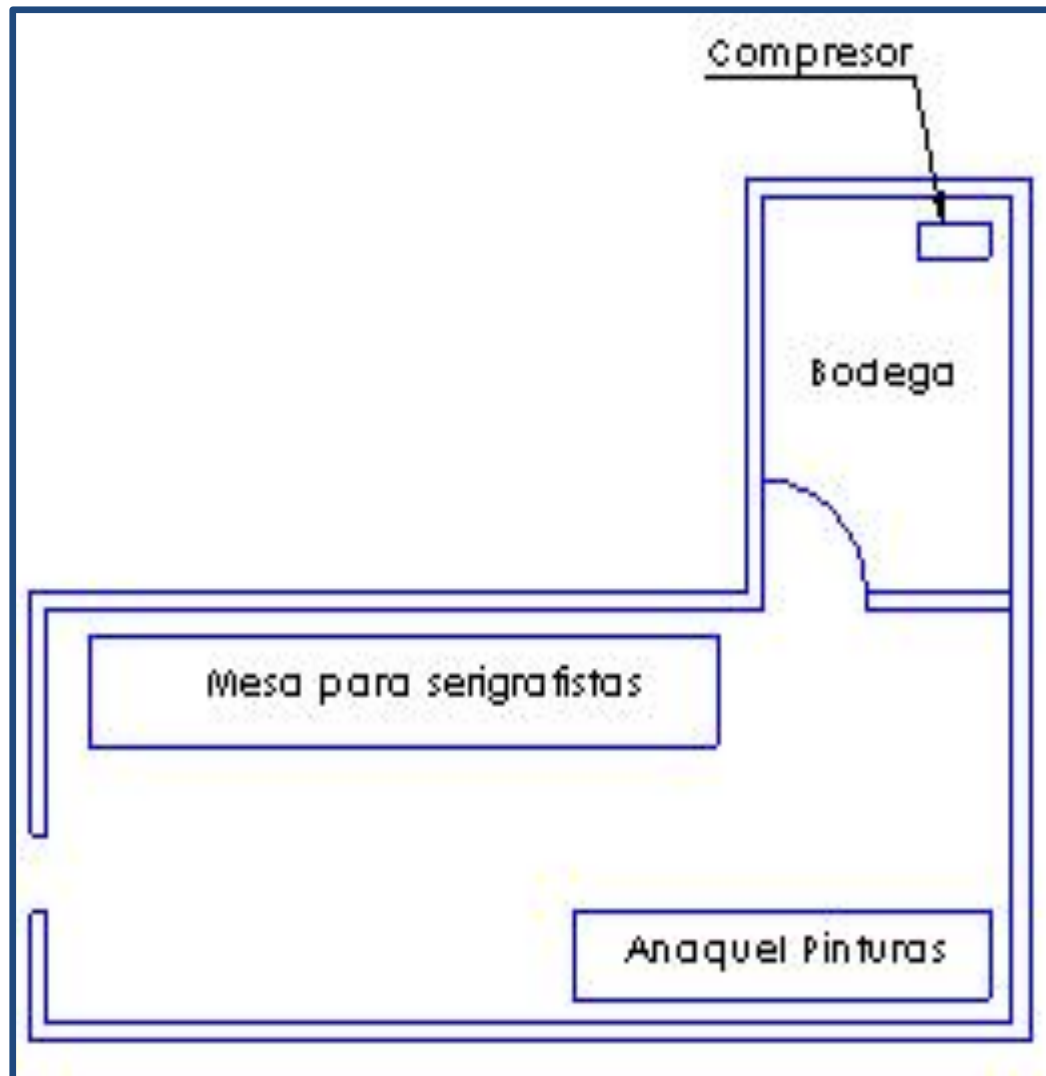


Figura 4.6: Distribución del área de serigrafía empresa PRODUTEXTI

Fuente: Observación al área de serigrafía de la empresa Productexti

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

4.2.2. Diagrama general de proceso para la distribución de planta por proceso

Al realizar el diagrama de proceso del método actual se observaron con facilidad la cantidad de transportes, movimientos, desperdicios en el tiempo de las personas encargadas de la operación y pasos que se realizan en el proceso de serigrafía en la empresa PRODUTEXTI.

De esta manera se lograra determinar la forma de ser más eficientes y eficaces al momento producir.

Tabla 4.6: Proceso de serigrafía utilizado en la empresa PRODUTEXI

DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA POR PROCESO								
PRODUTEXI					Fecha: 16/05/2011			
Objeto del diagrama: Descripción del diagrama general de flujo del proceso de serigrafía.								
Diagramado por: Luis Navarrete López								
Hoja: 1/1								
DESCRIPCION DEL PROCESO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	ESPERA	ALMACENAMIENTO	Tiempo (seg)	Dis. (m)	Notas
Elegir el marco con el diseño pedido	●	→	■	▼	◐	3,40		
Se dirige a traer la tinta	●	→	■	▼	◐	0,46	3	
Se dirige a la tabla	●	→	■	▼	◐	0,32	2	
Deja marco sobre tabla	●	→	■	▼	◐	0,30		
Colocar la tinta del color deseado sobre el marco	●	→	■	▼	◐	2,80		
Ubicar la camiseta sobre la tabla	●	→	■	▼	◐	6,00		
Poner el marco sobre la camiseta	●	→	■	▼	◐	4,40		
Espera habilidad del serigrafista para alinear el marco sobre camiseta	●	→	■	▼	◐	5,40		
Observa la posición del marco con respecto a la camiseta.	●	→	■	▼	◐	0,3		

Sostener el marco con la mano izquierda		1,998		
Sostener la racla con la mano derecha y esparcir la pintura		1,872		
Colocar el marco a un costado de la camiseta		2,4		
Se dirige a la tabla		2,7	0,3	
Observa que la camiseta este bien estampado		0,42		
Secar la camiseta		4,392		
Retirar la camiseta de la tabla		2,838		
Deja camiseta sobre la mesa		1,998		
RESUMEN				
Evento	Número	Tiempo (seg.)	Distancia (m)	
Operaciones	9	42	5,03	
Inspecciones	2			
Transporte	3			
Almacenamiento	1			
Retrasos	1			
Total	17	42		

Fuente: Observación realizada al personal de serigrafía de la empresa Productexti
Elaborado por: Navarrete Luis 2011

4.3. ESTUDIO DE TIEMPOS

Para efectuar la toma de tiempos fue preciso informar lo que se va a realizar previamente al operario encargado del estampado en la sección de producción de la empresa PRODUTEXTI, previo a la profundización del análisis se procede a separar la operación en elementos los cuales tendrán una duración en el tiempo, que permitirá más adelante su estudio.

Para el realizar las hojas de registro se utiliza LECTURA CONTINUA, la cual se encuentra explicada anteriormente, siendo que esta es más simple de aplicar.

Tabla 4.7: Hoja de registro utilizado en el estampado de camisetas serigrafista uno

Hoja de Registro			
Empresa: PRODUTEXTI	Operación: Estampado de camiseta polialgodón	Estudio: 2	Hoja: Nº 2
Departamento: Producción	Operario: Víctor Lote: 100 camisetas	Analista: LMNL	Fecha: 23/05/2011
Nº	Elementos	T	L (min)
1	Elegir el marco con el diseño pedido	00:00	6,32
2	Se dirige a traer la tinta	06:19	1,00
3	Se dirige a la tabla	07:19	1,00
4	Deja marco sobre tabla	08:19	0,50
5	Colocar la tinta del color deseado sobre el marco	08:49	5,63
6	Ubicar la camiseta sobre la tabla	14:27	10,00
7	Poner el marco sobre la camiseta	24:27	6,55
8	Espera habilidad del serigrafista para alinear el marco sobre camiseta	31:00	10,00
9	Observa la posición del marco con respecto a la camiseta.	41:00	0,50
10	Sostener el marco con la mano izquierda	41:30	3,33
11	Sostener la racla con la mano derecha y esparcir la pintura	44:50	4,98
12	Colocar el marco a un costado de la camiseta	49:49	5,67
13	Se dirige a la tabla	55:29	0,60
14	Observa que la camiseta este bien estampado	56:05	0,70
15	Secar la camiseta	56:47	2,32
16	Retirar la camiseta de la tabla	59:06	8,00
17	Deja camiseta sobre la mesa	1:07:06	0,90
	Termina estampado	1:08:00	68,00

Fuente: Toma de tiempos al personal de serigrafía de la empresa Productexti

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

Tabla 4.8: Hoja de registro utilizado en el estampado de camisetas serigrafista dos

Hoja de Registro			
Empresa: PRODUTEXTI	Operación: Estampado de camiseta polialgodón	Estudio: 2	Hoja: N° 3
Departamento: Producción	Operario: Santiago Lote: 100 camisetas	Analista: LMNL	Fecha: 24/05/2011
N°	Elementos	T	L (min)
1	Elegir el marco con el diseño pedido	00:00	5,650
2	Se dirige a traer la tinta	05:39	0,600
3	Se dirige a la tabla	06:15	0,702
4	Deja marco sobre tabla	06:57	0,633
5	Colocar la tinta del color deseado sobre el marco	07:36	4,817
6	Ubicar la camiseta sobre la tabla	12:25	9,233
7	Poner el marco sobre la camiseta	21:39	7,700
8	Espera habilidad del serigrafista para alinear el marco sobre camiseta	29:21	9,117
9	Observa la posición del marco con respecto a la camiseta.	38:28	1,033
10	Sostener el marco con la mano izquierda	39:30	2,970
11	Sostener la racla con la mano derecha y esparcir la pintura	42:50	3,120
12	Colocar el marco a un costado de la camiseta	45:57	4,033
13	Se dirige a la tabla	49:59	4,500
14	Observa que la camiseta este bien estampado	54:29	0,700
15	Secar la camiseta	55:11	2,320
16	Retirar la camiseta de la tabla	57:30	4,730
17	Deja camiseta sobre la mesa	1:02:14	8,133
	Termina estampado	1:10:22	70,0

Fuente: Toma de tiempos al personal de serigrafía de la empresa Produtexti

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

Tabla 4.9: Hoja de registro utilizado en el estampado de camisetas serigrafista tres

Hoja de Registro			
Empresa: PRODUTEXTI	Operación: Estampado de camiseta polialgodón	Estudio: 2	Hoja: N° 4
Departamento: Producción	Operario: Josué Lote: 100 camisetas	Analista: LMNL	Fecha: 25/05/2011
N°	Elementos	T	L (min)
1	Elegir el marco con el diseño pedido	00:00	4,83
2	Se dirige a traer la tinta	04:50	1,23
3	Se dirige a la tabla	06:04	0,77
4	Deja marco sobre tabla	06:50	0,50
5	Colocar la tinta del color deseado sobre el marco	07:20	5,83
6	Ubicar la camiseta sobre la tabla	13:10	9,11
7	Poner el marco sobre la camiseta	22:17	4,17
8	Espera habilidad del serigrafista para alinear el marco sobre camiseta	26:27	9,95
9	Observa la posición del marco con respecto a la camiseta.	36:24	0,50
10	Sostener el marco con la mano izquierda	36:54	3,33
11	Sostener la racla con la mano derecha y esparcir la pintura	40:14	3,67
12	Colocar el marco a un costado de la camiseta	43:54	4,17
13	Se dirige a la tabla	48:04	5,50
14	Observa que la camiseta este bien estampado	53:34	0,70
15	Secar la camiseta	54:16	2,32
16	Retirar la camiseta de la tabla	56:35	5,17
17	Deja camiseta sobre la mesa	1:01:45	5,25
	Termina estampado	1:07:00	67,00

Fuente: Toma de tiempos al personal de serigrafía de la empresa Produtexti

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

Tabla 4.10: Hoja de registro utilizado en el estampado de camisetas serigrafista cuatro

Hoja de Registro			
Empresa:	Operación:	Estudio:	Hoja:
PRODUTEXTI	Estampado de camiseta polialgodón	2	Nº 5
Departamento:	Operario:	Analista:	Fecha:
Producción	David	LMNL	26/05/2011
	Lote: 100 camisetas		
Nº	Elementos	T	L (min)
1	Elegir el marco con el diseño pedido	00:00	4,50
2	Se dirige a traer la tinta	04:30	0,95
3	Se dirige a la tabla	05:27	0,89
4	Deja marco sobre tabla	06:20	0,50
5	Colocar la tinta del color deseado sobre el marco	06:50	6,47
6	Ubicar la camiseta sobre la tabla	13:18	7,37
7	Poner el marco sobre la camiseta	20:40	4,65
8	Espera habilidad del serigrafista para alinear el marco sobre camiseta	25:19	8,57
9	Observa la posición del marco con respecto a la camiseta.	33:53	0,50
10	Sostener el marco con la mano izquierda	34:23	3,23
11	Sostener la racla con la mano derecha y esparcir la pintura	37:37	4,17
12	Colocar el marco a un costado de la camiseta	41:44	4,35
13	Se dirige a la tabla	46:05	5,67
14	Observa que la camiseta este bien estampado	51:45	0,70
15	Secar la camiseta	52:27	2,32
16	Retirar la camiseta de la tabla	54:46	5,17
17	Deja camiseta sobre la mesa	59:56	5,99
	Termina estampado	1:05:55	66,00

Fuente: Toma de tiempos al personal de serigrafía de la empresa Produtexti

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

Tabla 4.11: Hoja de registro utilizado en el estampado de camisetas serigrafista cinco

Hoja de Registro			
Empresa: PRODUTEXTI	Operación: Estampado de camiseta polialgodón	Estudio: 2	Hoja: N° 6
Departamento: Producción	Operario: Fernando Lote: 100 camisetas	Analista: LMNL	Fecha: 27/05/2011
N°	Elementos	T	L (min)
1	Elegir el marco con el diseño pedido	00:00	4,98
2	Se dirige a traer la tinta	04:59	0,95
3	Se dirige a la tabla	05:56	0,87
4	Deja marco sobre tabla	06:48	0,49
5	Colocar la tinta del color deseado sobre el marco	07:17	5,53
6	Ubicar la camiseta sobre la tabla	12:49	9,95
7	Poner el marco sobre la camiseta	22:46	4,11
8	Espera habilidad del serigrafista para alinear el marco sobre camiseta	26:53	9,56
9	Observa la posición del marco con respecto a la camiseta.	36:27	0,46
10	Sostener el marco con la mano izquierda	36:55	3,33
11	Sostener la racla con la mano derecha y esparcir la pintura	40:14	4,34
12	Colocar el marco a un costado de la camiseta	44:34	3,45
13	Se dirige a la tabla	48:01	6,47
14	Observa que la camiseta este bien estampado	54:29	0,59
15	Secar la camiseta	55:04	2,32
16	Retirar la camiseta de la tabla	57:24	5,93
17	Deja camiseta sobre la mesa	1:03:20	6,67
	Termina estampado	1:10:00	70,00

Fuente: Toma de tiempos al personal de serigrafía de la empresa Produtexti

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

4.3.1.1. Tiempos totales utilizados en el proceso de serigrafía para un lote completo

En la tabla 4.12 se puede observar el tiempo total que utiliza cada uno los serigrafistas para estampar 100 camisetas, además podemos notar que hay mucha variación de tiempo entre cada uno de los serigrafistas

Tabla 4.12: Resumen de tiempos utilizados en el proceso de serigrafía

PERSONA	TIEMPO Utilizado con proceso manual para serigrafiar 100 camisetas (min)
Serigrafista 1	68
Serigrafista 2	70
Serigrafista 3	67
Serigrafista 4	66
Serigrafista 5	70

Fuente: Toma de tiempos al personal de serigrafía de la empresa Produtexti

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

- La determinación del proceso de serigrafía que se utiliza dentro de la empresa PRODUTEXTI es uno de los elementos esenciales en este estudio, debido a la necesidad de conocer sus características para poder lograr la implementación adecuada de una máquina.
- Con un correcto análisis del diagrama de flujo que se utiliza en el estampado de camisetas en la empresa PRODUTEXTI se logro identificar los problemas en los cuales se puede intervenir y solucionarlos.
- El proceso de serigrafado de camisetas de polialgodón se lo realiza con varias operaciones en serie, por lo que si una no cumple con el tiempo establecido en la hoja de ruta disminuye y retrasa la producción.
- De acuerdo a nuestro estudio el área donde existe problemas es el departamento de producción específicamente en el área de serigrafia.
- Por otro lado la parte donde se ha encontrado más problemas es en la alineación del marco y el raclado de la pintura sobre la camiseta, debido a la incomodidad que genera para trabajar en el serigrafista.
- Además el tiempo que se ocupa en el serigrafado de camisetas de polialgodón varía mucho entre los serigrafistas con los que cuenta la empresa.

5.2.RECOMENDACIONES

- Adecuar un nuevo mecanismo que permita la alineación adecuada del marco para que el serigrafista no tenga que hacerlo manualmente.
- Mecanizar el raclado de la pintura mediante un sistema que permita que el tiempo ocupado en este proceso sea constante y no varíe de serigrafista a serigrafista.
- Mejorar en el control del tiempo en cada una de las operaciones ya que esto conllevaría a una optimación de los recursos (humanos, materiales y económicos), que intervienen directamente en el proceso de serigrafía.
- Verificar en el diagrama de flujo las operaciones que producen paros innecesarios y aplicar un mejor control.
- Realizar un control del tiempo de cada operación mediante la implementación de un sistema que tenga la capacidad de alertar al operario la finalización de cada una de las operaciones y manejar interfaz de entrada usuario máquina y así optimizar cada una de las operaciones.
- Efectuar modificaciones en el proceso de estampado mediante serigrafía para lograr que el operario no se desgaste mucho y tenga un buen rendimiento.

CAPITULO VI

6. PROPUESTA

6.1.DATOS INFORMATIVOS

Nuestra máquina deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros para su diseño:

- Las dimensiones de la maquina deberán ajustarse al espacio con el que cuenta la empresa.
- Esta máquina deberá permitir que el raclado⁷ sea de forma mecánica.
- Las dimensiones del soporte para la malla deberá ser ajustable.
- Las dimensiones máxima del soporte de la malla será de 30cm x 40 cm
- La carrera del actuador deberá ser 20 cm que es el tamaño máximo de estampado que se realiza en la empresa.

6.2.ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

De acuerdo al estudio realizado la propuesta para disminuir el tiempo en el estampado de camisetas de polialgodón en la empresa PRODUTEXTI es mecanizar el proceso de serigrafía mediante el diseño y construcción de una máquina neumática que permita la sujeción del marco y el raclado automático, ya que la empresa cuenta con un compresor que nos brindara la facilidad de realizar las pruebas con la máquina.

6.3.JUSTIFICACIÓN

El diseño de una máquina para realizar el raclado en el proceso de serigrafía en la empresa PRODUTEXTI. Brindara la opción de mejorar su proceso y así resolver algunos de los problemas que se presentaban en este. Esta permitirá disminuir el tiempo utilizado para este proceso, optimizar el recurso humano, agilizar el proceso, evitar los tiempos muertos.

⁷ Raclado: Esparcir la pintura sobre la malla.

6.4.OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un sistema neumático que permita realizar el raclado mecánico y sostener el marco en el proceso de serigrafía de la empresa PRODUTEXTI.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elegir los elementos adecuados para la elaboración del sistema neumático.
- Seleccionar los mecanismos de control apropiados para que el sistema neumático realice el proceso en forma mecanizada.
- Realizar pruebas con la máquina.

6.5.ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Siendo la serigrafía uno de los procesos más utilizados en la producción de prendas de vestir, la necesidad de la implementación de una maquinaria que ayude a disminuir tiempo y aumente la producción en la empresa es de vital importancia teniendo en cuenta que la realización de un análisis económico se ve involucrado dentro de la Ingeniería Mecánica debido a que es importante justificar los valores de inversión en lo que a cada proyecto se refiere.

Se debe tener presente que los materiales adecuados para la maquina se los puede encontrar en el mercado nacional, y son de fácil acceso a más de tener en cuenta que la mano de obra será de la localidad y que se cuenta con el apoyo incondicional de las personas que trabajan en la fábrica PODUTEXTI lo que ayudará a que se pueda producir una posible minimización de costos ya que en la actualidad la cotización de proyectos es un factor importante para la aceptación o no de los mismos.

Además que se podrá mejorar las relaciones entre el personal administrativo, y de producción lo que provocara un mejor aprovechamiento de los recursos y un desarrollo de la propuesta planteada.

6.6.FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA

6.6.1. Diagrama de flujo propuesto para el proceso de serigrafía.

Tabla 6.1: Proceso de serigrafía propuesto en la empresa PRODUTEXTI

DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA POR PROCESO								
PRODUTEXI						Fecha: 16/05/2011		
Objeto del diagrama: Descripción del diagrama general de flujo del proceso de serigrafía.								
Diagramado por: Luis Navarrete López								
Hoja: 1/1								
DESCRIPCION DEL PROCESO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	ESPERA	ALMACENAMIENTO	Tiempo (seg)	Dis. (m)	Notas
Elegir el marco con el diseño pedido	●	→	■	▼	◐	3,4		
Se dirige a traer la tinta	●	→	■	▼	◐	0,46	3	
Se dirige a la tabla	●	→	■	▼	◐	0,32	2	
Poner el marco en el soporte para marcos	●	→	■	▼	◐	5		
Colocar la tinta del color deseado sobre el marco	●	→	■	▼	◐	3		
Pulsar el botón de encendido general	●	→	■	▼	◐	0,5		
Ubicar la camiseta sobre la tabla	●	→	■	▼	◐	4		
Pulsar el botón para bajar brazo	●	→	■	▼	◐	0,5		
Espera que el sistema neumático esparce la tinta y luego levanta el marco	●	→	■	▼	◐	5		
Observa que la camiseta este bien estampado	●	→	■	▼	◐	0,42		
Secar la camiseta	●	→	■	▼	◐	4,392		
Retirar la camiseta de la tabla	●	→	■	▼	◐	2,838		
Deja camiseta sobre la mesa	●	→	■	▼	◐	1,998		

RESUMEN			
Evento	Número	Tiempo (seg.)	Distancia (m)
Operaciones	6	32	5
Inspecciones	2		
Transporte	2		
Almacenamiento	1		
Retrasos	1		
Total	12	32	5

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

6.6.2. Determinación de los elementos a ser utilizados para la mecanización del proceso de serigrafía.

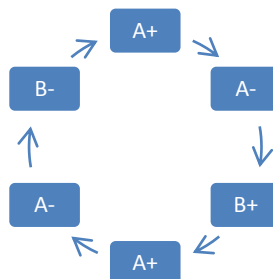
Para la mecanización del proceso serigrafía necesitaremos los siguientes elementos:

- Actuador lineal neumático para que realice el raclado.
- Actuador lineal neumático para que levante el marco y su respectivo soporte.
- Base de soporte para los actuadores.
- Tabla de soporte para la camiseta.
- Soporte para marco.
- Soporte para racletas
- Soporte del actuador lineal neumático de raclado

6.6.3. Diseño del circuito neumático

6.6.3.1. Método pasó a paso

- Secuencia de funcionamiento de los actuadores lineales neumáticos



- División en fases.

Tabla 6.2: División en fases de la secuencia

Secuencia	A+	A-	B+	A+	A-	B-
Fases	1	2	3	4	5	6

Fuente: Diseño de circuito neumático

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

- Cada relé hará el papel de memoria, es decir recordará que parte de la secuencia se ha producido y cual todavía no, corresponde a una fase. Por lo tanto habrá 6 relés.
- La primera parte del circuito de control será la encargada de activar y desactivar cada relé, memoria o fase, asegurando que únicamente haya en cada momento uno de ellos activo.
- Se construye una tabla de activación y desactivación de cada fase. (**Observar plano N°9**).

Tabla 6.3: Activación y desactivación de las fases

Fase	Secuencia	Activación	Desactivación
N° de fase		Fase anterior y finales de carrera de la fase anterior	Grupo siguiente
Fase 1	A+	Fase 6 y b0	Fase 2
Fase 2	A-	Fase 1 y a1	Fase 3
Fase 3	B+	Fase 2 y a0	Fase 4
Fase 4	A+	Fase 3 y b1	Fase 5
Fase 5	A-	Fase 4 y a1	Fase 6
Fase 6	B-	Fase 5 y a0	Fase 1

Fuente: Diseño de circuito neumático

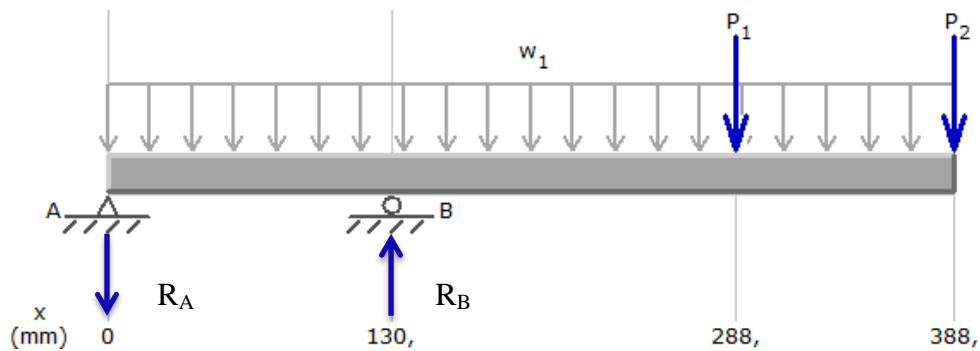
Elaborado por: Navarrete Luis 2011

- Cada válvula distribuidora de los cilindros se activa cuando esta activa una fase u otra, dos fases en un mismo movimiento, se representan como dos contactos en paralelo de los relés correspondientes a las fases (**Ver plano N° 9**)

6.6.4. Selección del actuador lineal neumático para levantar el brazo serigrafico

6.6.4.1. Calculo de la fuerza para levantar el brazo serigrafico.

Mediante la utilización del diagrama de cuerpo libre, la sumatoria de momentos y la sumatoria de fuerzas se determinan las reacciones en los apoyos del brazo serigrafico



$$R_A = 64,92 \text{ N}$$

$R_B = 123,91 \text{ N} \rightarrow$ Esta reacción es la fuerza que tiene que vencer el actuador neumático pequeño para poder levantar el brazo serigrafico

6.6.4.2. Selección del actuador

Con la fuerza que se necesita para levantar el brazo serigrafico ahora encontraremos el diámetro del embolo con una presión recomendada de 6 bar (60 N/cm^2).

$$A = \frac{F}{P} \quad \text{Ecuacion 6. 1.}$$

$$A = \frac{123,91 \text{ N}}{60 \text{ N/cm}^2}$$

$$A = 2,065 \text{ cm}^2$$

Remplazamos el área en la siguiente formula y obtenemos:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad \text{Ecuacion 6. 2.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 2,065cm^2}{\pi}}$$

$$D = 1,62 \text{ cm (16,2 mm)}$$

Teniendo el diámetro podemos ir a la tabla 2.4 de fuerzas teóricas en cilindros de doble efecto, en las que podemos tener las fuerzas teóricas tanto de avance como de retorno.

El diámetro del embolo va sobredimensionado a 20 mm.

Tenemos:

$D = 20 \text{ mm} =$ diámetro del embolo

$d = 10 \text{ mm} =$ diámetro del vástago

$F_a = 186 \text{ N} =$ fuerza de avance para 6 bar de presión

$F_r = 138 \text{ N} =$ fuerza de retorno para 6 bar de presión

Para determinar las fuerzas reales multiplicamos por el rendimiento R.

Para cilindros de hasta $D = 40 \text{ mm}$ $R=0,85$

Para cilindros superiores a $D = 40 \text{ mm}$ $R=0,95$

$F_{ra} = F_a \cdot R =$ fuerza real de avance $= 186 \text{ N} \times 0,85 = \mathbf{158,1 \text{ N}}$

$F_{rr} = F_r \cdot R =$ fuerza real de retorno $= 138 \text{ N} \times 0,85 = \mathbf{117,3 \text{ N}}$

Como se puede ver la fuerza real de avance es mayor que la fuerza para levantar el brazo calculada que es de **123,91N**.

Ahora comprobaremos las fuerzas reales obtenidas por medio de la tabla con las siguientes ecuaciones descritas en capítulo 2:

Para la fuerza de avance utilizaremos la **ecuación 2.16**.

$$F_a = \frac{\pi}{4} (20mm)^2 \times 0.6 \text{ N/mm}^2 \times 0.85$$

$$Fa = 160,22 N$$

La fuerza en el retroceso será de acuerdo a la **ecuación 2.17** del capítulo 2:

$$Fr = \frac{\pi}{4} ((20mm)^2 - (10mm)^2) \times 0.6 N/mm^2 \times 0.85$$

$$Fr = 120,16 N$$

Con estos datos podemos seleccionar un cilindro de cualquier marca pero que cumpla con estas condiciones, tomando en cuenta la carrera (C) del vástago que la que nosotros requerimos es de 60 mm.

Se ha seleccionado un cilindro del catálogo Vignola el cual cumple con las condiciones calculadas ver el (**Anexo 2**).

Dado que en el mercado no encontramos un actuador neumático de esa marca utilizaremos uno de fabricación nacional de ϕ 35 mm del embolo y ϕ 15 mm del vástago y carrera de 60 mm, las dimensiones del cilindro neumático están dadas en el **plano N° 7**

6.6.4.3. Calculo de soporte a pandeo del vástago del actuador ϕ 35 mm

Para este cálculo utilizaremos la **ecuación 2.8** es decir la fórmula de Euler para calcular la carga crítica para el vástago.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 5,1441E + 08 N/mm^2}{(1,000 \times 115,0 mm)^2} = 383,892 N.$$

Factor de seguridad

$$n = \frac{P_{cr}}{P} \text{ Ecuacion 6.35.}$$

$$n = \frac{383,892 N}{126,04 N}$$

$$n = 3,045$$

Como el factor de seguridad es mayor que 1 entonces el actuador funcionara correctamente sin pandearse.

6.6.4.4.Cálculo del consumo de aire

Por medio de la **ecuación 2.10** tendremos lo siguiente:

$$V = \frac{\pi}{4} (2(3,5\text{cm})^2 - (1,5\text{cm})^2) * 6\text{cm}$$

$$V = 104,85 \text{ cm}^3$$

En el caso de consumo de aire o cantidad de aire, que circula por una tubería suele emplearse el término caudal, que es la cantidad de aire que circula por una tubería en un determinado tiempo normalmente se expresa en litros por minuto.

Si se considera que el cilindro de doble efecto realiza un número de ciclos por minuto se utilizara la **ecuación 2.12** que dice el caudal es:

$$Q = \frac{\pi * 6 * 2,75 * 4}{4000} (2(3,5)^2 - 1,5^2)$$

$$Q = 1,15 \text{ l/min}$$

6.6.4.5.Velocidad del émbolo.

Para calcular la velocidad del embolo del actuador pequeño utilizaremos la **Figura 2.9**, con una electroválvula de ¼, la carga de 126,04 N (12,86 kp) y el embolo de ϕ 35mm.

Por lo tanto de acuerdo al nomograma la velocidad del embolo será de:

$$v = 0,56 \text{ m/s}$$

6.6.5. Selección del actuador lineal neumático para el raclado mecánico.

6.6.5.1.Calculo de la fuerza para esparcir la pintura sobre la camiseta.

Para determinar la masa total que deberá empujar el cilindro y posteriormente la fuerza necesaria, se tomaran en cuenta todas las masas que debe mover el cilindro.

Masa total a mover = 3 kg.

De la masa total a mover tenemos:

$$F_t = \text{masa total a mover} \times \text{gravedad} \quad \text{Ecuación 6.3}$$

$$F_t = 3 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_t = 29,4 \text{ N}$$

6.6.5.2. Selección del actuador

Dado que la fuerza que necesita vencer este actuador es pequeña se podría elegir una gran gama de cilindros doble efecto pero ya que la empresa tiene en bodega un actuador lineal de ϕ 50 mm del embolo y ϕ 15 mm del vástago. Las dimensiones del cilindro neumático están dadas en el **plano N° 8**

Para la fuerza de avance utilizaremos la **ecuación 2.16**.

$$F_a = \frac{\pi}{4} (50\text{mm})^2 \times 0.6 \text{ N/mm}^2 \times 0.95$$

$$F_a = 1119,19 \text{ N}$$

La fuerza en el retroceso será de acuerdo a la **ecuación 2.17** del capítulo 2:

$$F_r = \frac{\pi}{4} ((50\text{mm})^2 - (15\text{mm})^2) \times 0.6 \text{ N/mm}^2 \times 0.95$$

$$F_r = 1018,46 \text{ N}$$

6.6.5.3. Cálculo del consumo de aire

Por medio de la **ecuación 2.10** tendremos lo siguiente:

$$V = \frac{\pi}{4} (2(5\text{cm})^2 - (1,5\text{cm})^2) * 20\text{cm}$$

$$V = 750,05 \text{ cm}^3$$

En el caso de consumo de aire o cantidad de aire, que circula por una tubería suele emplearse el término caudal, que es la cantidad de aire que circula por una tubería en un determinado tiempo normalmente se expresa en litros por minuto.

Si se considera que el cilindro de doble efecto realiza un número de ciclos por minuto se utilizara la **ecuación 2.12** que dice el caudal es:

$$Q = \frac{\pi * 20 * 2,75 * 2}{4000} (2(5)^2 - 1,5^2)$$

$$Q = 4,12 \text{ l/min}$$

6.6.5.4. Velocidad del émbolo.

Para calcular la velocidad del embolo del actuador lineal ϕ 50 mm utilizaremos la Figura 2.9, con una electroválvula de $\frac{1}{4}$, la carga de 29,4 N y el embolo de ϕ 50.

Por lo tanto de acuerdo al nomograma la velocidad del embolo será de:

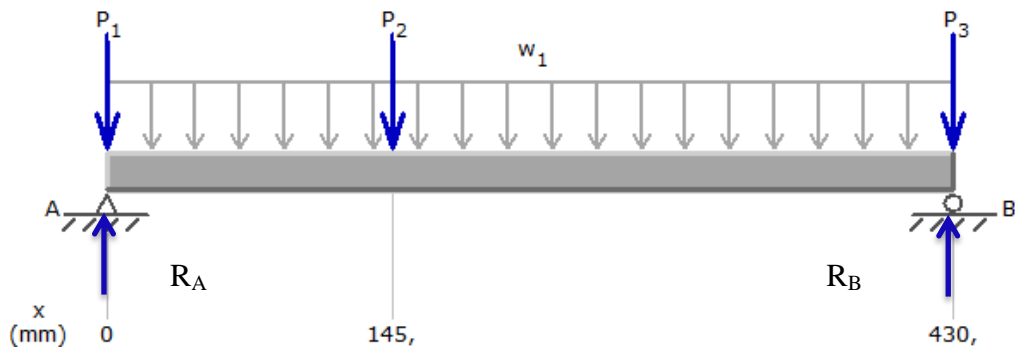
$$v = 0,63 \text{ m/s}$$

6.6.6. Diseño de la base

6.6.6.1. Calculo de la viga soporte de la base

Esta viga debe soportar las siguientes cargas P_1 que es la fuerza de reacción del brazo neumático, P_2 que es la fuerza de reacción donde esta colocado el cilindro A y P_3 que es peso de la tabla y las camisetas. Para esto asumimos una longitud de 430 mm. La cual se adapta a nuestro diseño tal como lo muestra el **plano N° 2**.

El ancho de la viga debe ser de 30 mm ya que es el indicado para colocar el soporte del cilindro de ϕ 50 por lo que elegiremos un tubo cuadrado de 30x30x1,5



$$\sum M_A = 0 \text{ Ecuacion 6.4}$$

$$+P_2 * 145mm + P_3 * 145mm + (w_1 * 0,43) * 215mm - R_B * 145mm = 0 \text{ Ecuacion 6.5}$$

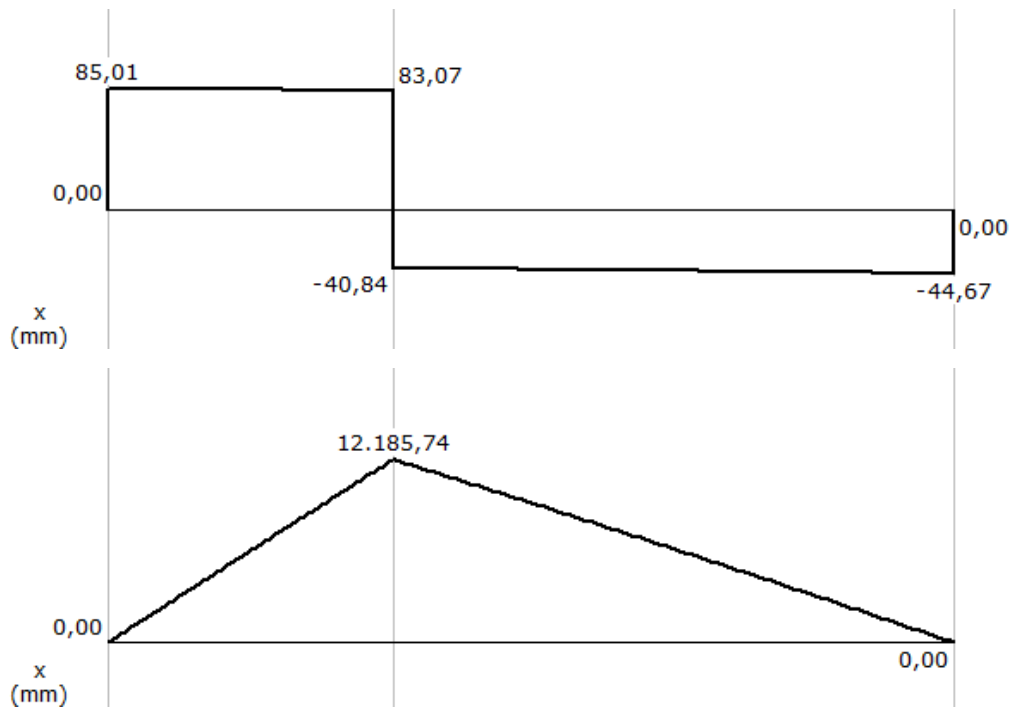
$$+123,91 * 145mm + 4,43 * 430mm + (13,426 * 0,43) * 215mm - R_B * 430mm = 0$$

$$R_B = 49,10 \text{ N}$$

$$\sum f_y = 0 \text{ Ecuacion 6.6}$$

$$R_A - 64,92\text{N} - 123,91\text{N} + 4,43\text{N} + 49,10 \text{ N} = 0$$

$$R_A = 149,43\text{N}$$

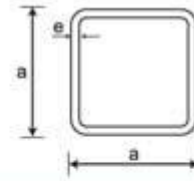


$$M_{max} = 12185,74\text{Nmm} = 12,19 \text{ Nm}$$

Selección del material:

Esta tubería se encuentra en el mercado nacional y tiene las siguientes características.

2. Tubos Cuadrados



DENOMINACIÓN		ESPESOR	PESO	
a	a	e	P	P
pulg.	mm	mm	Kg/m	Kg/6m
3/4	20	1,50	0,88	5,26
1	25	1,50	1,13	6,78
1 1/4	30	1,50	1,37	8,20
1 1/2	40	1,50	1,80	10,79
		2,00	2,27	13,62
2	50	1,50	2,32	13,93
		2,00	3,13	18,75
		3,00	4,62	27,69
2 3/8	60	2,00	3,74	22,42
		3,00	5,56	33,35
3	75	2,00	4,65	27,88
		3,00	6,88	41,26
		4,00	9,11	54,64
4	100	2,00	6,22	37,30
		3,00	9,26	55,53
		4,00	12,28	73,66

* Las medidas en pulgadas son referenciales

Figura 6.1: Tubería estructural cuadrada

Fuente: <http://www.novacero.com/client/product.php?p=8&topm=-1>

$$S_{\text{calculado}} = \frac{M_{\text{max}}}{0,6 * S_y} \quad \text{Ecuacion 6.7}$$

$$S_{\text{calculado}} = \frac{12,19 \text{ Nm}}{0,6 * 250000000 \text{ N/m}} = 8,12 \times 10^{-8} \text{ m}^3$$

$$S_{\text{calculado}} = 81,2 \text{ mm}^3$$

Calculo del módulo de sección del material utilizado:

$$Z = 1547,55 \text{ mm}^3$$

Como el módulo de sección del eje es de $1547,55 \text{ mm}^3$ y el $S_{\text{calculado}}$ es de $81,2 \text{ mm}^3$ la selección es correcta.

Para saber el factor de seguridad utilizaremos la ecuación 6.8 en la cual deberemos calcular el diámetro equivalente ya que es una sección tubular cuadrada.

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3} \text{ Ecuacion 6.8}$$

$$A_{seccion\ elegida} = \frac{\pi * d^2}{4} \text{ Ecuacion 6.9}$$

$$d = \sqrt{\frac{159.54mm^2 * 4}{\pi}}$$

$$d = 14,25 \text{ mm} = 0,01425 \text{ m}$$

$$\sigma_x = \frac{32(12,19 \text{ Nm})}{\pi(0,01425)^3} = 42,91 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{42,91^2 + 3(0)^2} = 42,91 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq}}$$

$$n = \frac{250 \text{ MPa}}{42,91 \text{ MPa}} = 5,82$$

Como el factor de seguridad es mayor que uno la viga soportara las cargas aplicadas a esta.

6.6.6.2. Calculo de la columna soporte de la base

Para el diseño de esta columna se lo hará con un a longitud de 262 mm y seguiremos con el perfil de tubo cuadrado de 30x30x1,5 y tomaremos una carga de compresión de 64,92 N.

$$\sigma = -\frac{F}{A} \text{ Ecuacion 6.10}$$

$$\sigma = -\frac{64,92 \text{ N}}{159.54mm^2} * \frac{(1000mm)^2}{1m^2} = 40691989 \text{ Pa}$$

$$n = \frac{250 \text{ MPa}}{40,69MPa}$$

$$n = 6,14$$

Dado que el factor de seguridad es mayor que uno la columna soportara las cargas aplicadas a esta.

6.6.7. Selección de los sistemas de control

6.6.7.1. Válvulas.

Para el control de los actuadores elegiremos dos electroválvulas 5/2 una para cada actuador ya que estas pueden controlar un cilindro doble efecto con facilidad ya que cuentan con dos salida de aire que controlan el avance o el retorno del actuador.

El voltaje de la electroválvula será de 110 V y las demás especificaciones técnicas las podemos encontrar en el anexo 4.



Figura 6.1: ELECTROVALVULA VPC NEUMATIC 4V310-08 5/2

Fuente: <http://chinavpc.en.hisupplier.com/product-758875-Directional-Solenoid-Valves.html>

6.6.7.2. Selección del Controlador del sistema neumático.

Para elegir el controlador del sistema neumático debemos analizar todas las entradas y salidas con las que cuenta el sistema neumático las mismas que detallamos en la tabla 17.

Tabla 6.4: Entradas y salidas necesarias para el control del sistema neumático

Entradas/Salidas digitales	Opciones
Entrada digital 1	Pulsador de Marcha
Entrada digital 2	Pulsador de Paro general
Entrada digital 3	Pulsador de Subir brazo
Entrada digital 4	Pulsador de raclado
Entrada digital 5	Final de carrera
Entrada digital 6	Final de carrera
Entrada digital 7	Final de carrera
Salida digital 1	Electrovalvula
Salida digital 2	Electrovalvula

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

De acuerdo a la tabla 6.4 tenemos que necesitamos 7 entradas digitales y dos salidas digitales y un equipo que nos brinda estas características es el micro PLC LOGO! Que es el módulo lógico universal de Siemens que lleva integrados:

- Control
- Unidad de manejo e indicación con iluminación de fondo
- Fuente de alimentación
- Interfaz para módulos de ampliación
- Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC
- Funciones básicas muy utilizadas pre programadas, p.ej. para conexión retardada, desconexión retardada,
- Relés de corriente, e interruptor de software
- Temporizador
- Marcas digitales y analógicas
- 8 Entradas en función del modelo
- 4 salidas en función del modelo.

LOGO! puede hacerlo

Con LOGO! se resuelven tareas enmarcadas en la técnica de instalación y el ámbito doméstico (p.ej. alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como en la construcción de armarios de distribución, de máquinas y de aparatos (p.ej. controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.).

Asimismo, LOGO! se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el procesamiento previo de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones, para el control descentralizado "in situ" de máquinas y procesos.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios de distribución, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de operación y de visualización.

Las especificaciones técnicas completas se encuentran en anexo el Anexo 3



Figura 6.2: Micro PLC LOGO! 230 RC

Fuente: http://www.sudel.com.uy/sitioWeb/productos_detalle/835

Comunicación

Las herramientas de programación permiten conectar el micro PLC LOGO! al PC equipado con el software “LOGO!Soft Comfort V7.0”:

Conexión por cables:

- Cable LOGO!USB 6ED1057-1AA01-0BA0



Figura 6.3: Siemens PLC LOGO de cable de programación USB portátil

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-free/siemens-logo-plc-to-laptop-usb-programming-cable--110533602.html>

6.6.8. Pruebas con el sistema neumático.

La prueba se realizó con un lote de 100 camisetas para cada una de las pruebas, además se tomó el tiempo de cada uno de los serigrafistas con los que cuenta la empresa, utilizando la maquina neumática de serigrafía teniendo como resultado la disminución de tiempo notable que varía desde 57 min hasta 64 min en cada serigrafista como se puede observar claramente en la tabla 6.5.

Tabla 6.5: Prueba de tiempo con el sistema neumático

Empresa: PRODUTEXTI		Operación: Estampado de camiseta polialgodón con sistema neumático			Estudio: 2		Hoja: N° 1	
Departamento: Producción		Lote:100 camisetas			Analista: LMNL		Fecha: 15/07/2011	
DESCRIPCION DEL PROCESO		Serigrafista 1 Tiempo (min.)	Serigrafista 2 Tiempo (min.)	Serigrafista 3 Tiempo (min.)	Serigrafista 4 Tiempo (min.)	Serigrafista 5 Tiempo (min.)	Observaciones	
Elegir el marco con el diseño pedido		4,83	6,32	5,65	4,50	5,98		
Se dirige a traer la tinta		1,23	1,00	1,08	0,95	0,95		
Se dirige a la tabla		0,77	1,00	0,70	0,89	0,87		
Poner el marco en el soporte para marcos		0,33	0,25	0,30	0,36	0,43		
Colocar la tinta del color deseado sobre el marco		5,83	5,63	4,64	5,52	5,53		
Pulsar el botón de encendido general		1,06	0,83	0,96	1,15	1,20		
Ubicar la camiseta sobre la tabla		9,21	10,00	9,23	7,37	9,95	Desde aquí se repite el ciclo	
Pulsar el botón para bajar brazo		0,79	0,83	0,96	1,45	1,35		
Espera que el sistema neumático racla la tinta y luego levanta el marco		8,23	8,13	8,15	7,84	8,83		
Observa que la camiseta este bien estampado		1,02	0,80	0,76	1,18	1,11		
Secar la camiseta		7,32	7,22	7,22	7,32	7,33		
Retirar la camiseta de la tabla		4,73	4,73	4,22	4,73	4,73		
Deja camiseta sobre la mesa		3,33	3,29	3,15	3,33	3,33	Termina ciclo	
Total		48,68	50,03	47,03	46,59	51,59		

Fuente: Pruebas realizadas a los serigrafistas

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

En cuanto a la alineación del marco podemos observar que al utilizar la maquina neumática de serigrafía disminuyó también el problema que existía en la alineación del marco, permitiendo de esta manera a los serigrafistas ahorrar tiempo y por ende aumentar la producción como se puede observar en la tabla 6.5 que nos indica que no hubo ninguna observación en las pruebas realizadas.

6.7.METODOLOGIA

La metodología que se realizó para la elaboración de la investigación se la describe a continuación:

6.7.1. Investigación

Una vez determinado los tiempos de las operaciones y en qué parte del proceso de serigrafía vamos a intervenir se analizó las características y las facilidades que nos brindaría la mecanización por medio de actuadores neumáticos y que tipo de control se utilizara.

6.7.2. Construcción e instalación del sistema neumático

El brazo neumático para serigrafía consta de dos cilindros neumáticos uno para levantar el brazo neumático y otro para esparcir la pintura dichos cilindros son controlados por 2 electroválvulas 5/2 que a su vez son controladas por un Micro PLC LOGO y el ensamble de cada una de ellas se lo describe a continuación:

- Se perforo huecos en la base donde se colocó el actuador neumático lineal de ϕ 35 mm como se detalla en la figura 6.4.



Figura 6.4: Base

Fuente: Navarrete Luis 2011

- Luego de haber realizado los orificios para los actuadores se colocó el actuador lineal neumático de ϕ 35 mm en la posición indicada en la figura 6.5.



Figura 6.5: Ubicación del actuador neumático ϕ 35

Fuente: Navarrete Luis 2011

- Posteriormente se colocó el actuador lineal de ϕ 50 mm en el orificio correspondiente como lo indica la figura 6.6.



Figura 6.6: Ubicación del actuador neumático ϕ 50

Fuente: Navarrete Luis 2011

- A continuación se acopló el soporte superior del actuador neumático ϕ 35 con el actuador neumático ϕ 50 y se ajustó los tornillos de sujeción como lo indica la figura 6.7.

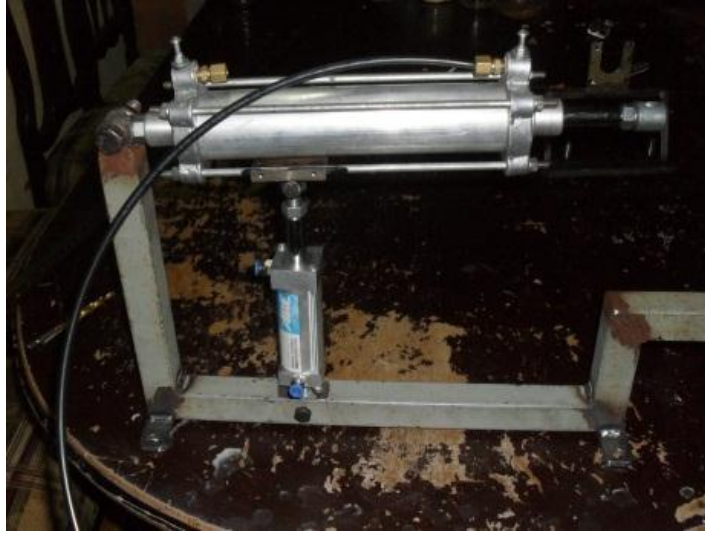


Figura 6.7: Ubicación del Soporte Superior actuador neumático $\phi 35$

Fuente: Navarrete Luis 2011

- Luego se procedió a colocar el soporte para racletas en el orificio delantero del actuador $\phi 50$ y se ajusto las tuercas como se muestra en la figura 6.8.



Figura 6.8: Colocación del soporte para racleta

Fuente: Navarrete Luis 2011

- Para finalizar se procedió a colocar el soporte para el marco en posición en la que se muestra en la figura 6.9.



Figura 6.9: Ubicación del soporte para marco

Fuente: Navarrete Luis 2011

6.7.3. Construcción e instalación del sistema de control.

- Para iniciar la instalación del sistema de control se empezó colocando los pulsadores en la posición que indica la figura 6.10.

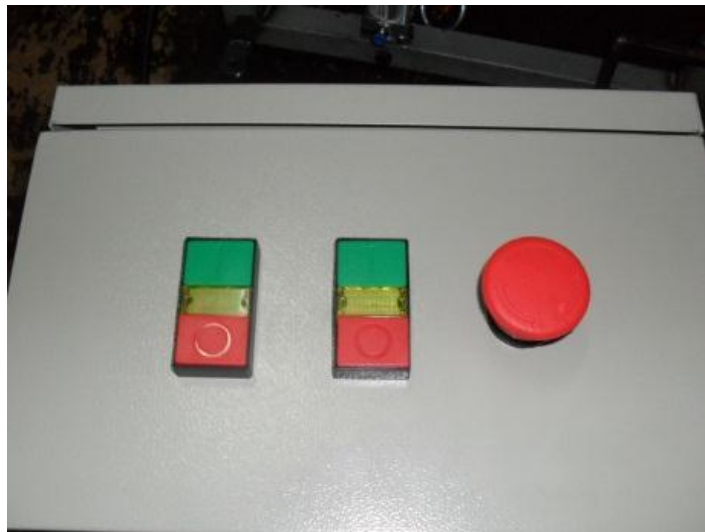


Figura 6.10: Ajuste de los push button

Fuente: Navarrete Luis 2011

- Luego se colocó el LOGO y las electroválvulas en la posición que indica la figura 6.11.



Figura 6.11: Ubicación del LOGO y Electroválvulas

Fuente: Navarrete Luis 2011

- Para finalizar la instalación de la caja de control se la puso en la posición final donde quedara instalada como se indica en la figura 6.12.



Figura 6.12: Sistema completo

Fuente: Navarrete Luis 2011

6.8.ADMINISTRACIÓN

6.8.1. Análisis de costos

Estos tienden a variar dependiendo de muchos factores como tiempo de cotización y tiempo de construcción pero la siguiente manera de realizar los cálculos nos dará un valor lo bastante apegado a la realidad.

6.8.1.1. Costos directos (C.D.)

MATERIALES

Tabla 6.6 Costo Materiales

RUBROS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	COSTO FINAL
Estructura	1	105.00	105.00
Actuador neumático (Carrera 200 mm)	1	35.00	35.00
Actuador neumático (Carrera 60 mm)	1	29.00	29.00
Válvula solenoide 4V310-08 5-2 1/4 110 VAC	2	32.45	64.90
Acople rápido 1/4*1/8	4	1.50	6.00
Silenciador Br 1/4 MPT	4	2.00	8.00
Acople rápido 1/4	2	1.60	3.20
Regulador de caudal 1/4	1	5.50	5.50
Acople rápido 1/4*1/4	2	1.70	3.40
Acople rápido 1/4*1/4	2	2.50	5.00
Manguera plástica 1/4	3	0.85	2.55
Acople rápido 1/4	2	1.98	3.95
Manómetro	1	5.00	5.00
T de 1/4	1	0.80	0.80
Teflón	1	0.30	0.30
Tuercas M 10	4	0.30	1.20
LOGO 230RC 115/230 VAC Siemens	1	143.49	143.49
Tuercas 1/2	2	0.50	1.00
Perno M10	2	0.50	1.00
Pulsadores 110 V	3	1.00	3.00
Breaker 6 A	1	3.75	3.75
Pulsador de paro NC	1	2.50	2.50
TOTAL			433.54

Elaborada por: Navarrete Luis 2001

6.8.1.2. Costos indirectos (C.I.)

En el caso actual el tiempo estimado para la construcción de la maquina es de 2 semanas, tomando en cuenta que las partes que se tienen que mandar a construir. Se sumará a estos el costo por el diseño de la máquina.

6.8.1.3. Costo maquinaria (Cm)

En los costos indirectos tomamos en cuenta el costo del uso de cada máquina, esta puede ser alquilada o propia de la empresa.

Tabla 6.7: Costo Maquinaria

MAQUINARIA	NO.	COSTO/HORA	HORAS EMPLEADAS	SUBTOTAL (USD)
Compresor	1	0.50	10.00	5.00
Computadora	1	0.75	80.00	60.00
Otros				50.00
Total				115.00

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

6.8.1.4. Mano de obra (Cmo)

Se detalla todo el personal que maneja la maquinaria o de igual manera está involucrado en la construcción de la máquina. En este caso:

Tabla 6.8: Costo Mano de Obra

PERSONAL	No. PERSONAS	COSTO/MES	SUBTOTAL (USD)
Ayudante	1	240.00	240.00
Diseñador	1	400.00	400.00
Total			640.00

Elaborada por: Navarrete Luis 2011

6.8.1.5. Costos varios (Cv)

Tabla 6.9: Costos Varios

DESCRIPCION	COSTO (USD)
Viajes	40.00
Copias	10.00
Impresiones	70.00
Otros	30.00
Total	150.00

Elaborada por: Navarrete Luis 2011

6.8.1.6. Costo indirecto total (C.I.)

$$C.I. = C_m + C_{mo} + C_v$$

$$C.I. = 115 + 640 + 150 = 905 \text{ USD}$$

6.8.2. Costo total

$$C.T. = C.D. + C.I.$$

$$C.T. = 433.54 + 905$$

$$C.T. = 1338.54 \text{ USD}$$

6.8.3. Cálculo del TMAR

Como sabemos un inversionista debe saber cómo y cuándo recuperara su inversión y en nuestro caso como la mecanización del proceso de serigrafía para así tomar la decisión en implementarla con todos los serigrafistas, por lo tanto la tasa mínima atractiva de retorno, se considera como premio al riesgo, ya que todo inversionista merece una ganancia adicional a la inflación. Según el boletín del **Banco Central del Ecuador** la inflación anual en lo que va del 2011 nuestro País está alrededor de 5.41% ⁸ y se asume un premio al riesgo de 5% entonces el TMAR nos da:

$$TMAR = i + f + i*f$$

Dónde:

i = Inflación

f = Premio al riesgo

$$TMAR = 0.0541 + 0.05 + 0.0541 (0.05)$$

$$TMAR = 10.68\%$$

6.8.4. Recuperación de la inversión

⁸ <http://www.bce.fin.ec/>

Para tener una proyección real del tiempo en que se podrá recuperar la inversión que se dará en este proyecto, se detalla a continuación los ingresos anuales que se podrá obtener con dicho proyecto.

La máquina de serigrafía tendrá un promedio de producción de 100 camisetas por hora tomando en cuenta que la empresa tiene una jornada de 8 horas diarias por lo tanto la siguiente tabla nos indica la utilidad generada por la máquina.

Para saber cuanto tiempo nos llevara recuperar la inversión tomaremos un aumento en la producción del 1,52 % ⁹ que es la tasa de crecimiento poblacional de acuerdo al INEC.

Tabla 6.10: Flujo de caja generado con la máquina serigráfica.

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión	(1.338,54)	-	-	-	-	-
Ingresos		9.600,00	9.744,00	9.890,16	10.038,51	10.189,09
Costo Fijo		(5.280,00)	(5.280,00)	(5.280,00)	(5.280,00)	(5.280,00)
Costo Variable		(2.880,00)	(2.923,20)	(2.967,05)	(3.011,55)	(3.056,73)
Costo Financiamiento		-	-	-	-	-
Depreciación		(113,85)	(113,85)	(113,85)	(113,85)	(113,85)
UAI		1.326,15	1.426,95	1.529,26	1.633,10	1.738,51
IR (25%)		(331,54)	(356,74)	(382,31)	(408,28)	(434,63)
Utilidades (15 %)		(248,65)	(267,55)	(286,74)	(306,21)	(325,97)
Utilidad neta		745,96	802,66	860,21	918,62	977,91
Depreciación		113,85	113,85	113,85	113,85	113,85
FE	(1.338,54)	859,81	916,51	974,06	1.032,48	1.091,77

Fuente: Empresa PRODUTEXTI

Elaborado: Navarrete Luis 2011

6.8.5. Valor de salvamento

Es el valor final de recuperación de la maquinaria utilizada en un proyecto.

⁹http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com_content&view=article&id=25%3Ael-ecuador-tiene-14306876-habitantes&catid=63%3Anoticias-general&lang=es

En nuestro caso el valor de salvamento será de 200 USD.

6.8.6. Análisis del VAN

VAN o valor actual neto, es el valor presente de una o varias cantidades; porque a la suma de los flujos descontados se les resta la inversión inicial (lo que equivale a todas las ganancias facturadas).

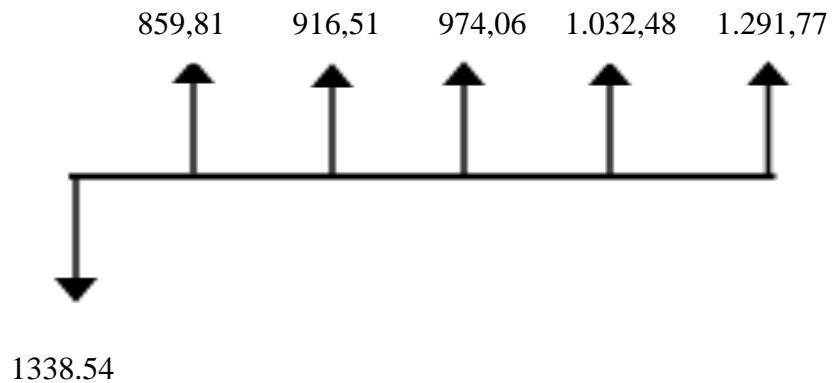


Figura 6.13: Flujo operativo

Fuente: Navarrete Luis 2011

$$VAN = -p + \frac{F_{NE1}}{(1+i)^1} + \frac{F_{NE2}}{(1+i)^2} + \frac{F_{NE3}}{(1+i)^3} + \dots + \frac{F_{NE n}}{(1+i)^n}$$

Dónde:

- p: Inversión inicial en el año cero
- FNE_n: Flujo neto de efectivo del año n
- i: Tasa referencial al que corresponde el TMAR

$$VAN = -1338,54 + \frac{859,81}{(1+0,1068)^1} + \frac{916,51}{(1+0,1068)^2} + \frac{974,06}{(1+0,1068)^3} + \frac{1.032,48}{(1+0,1068)^4} + \frac{1.291,77}{(1+0,1068)^5}$$

$$VAN = \$ 2.141,91$$

6.8.7. Análisis del TIR

TIR o tasa interna de retorno, es aquella TMAR que hace que el VAN sea igual a cero.

Entonces:

$$0 = -1338,54 + \frac{859,81}{(1+i)^1} + \frac{916,51}{(1+i)^2} + \frac{974,06}{(1+i)^3} + \frac{1.032,48}{(1+i)^4} + \frac{1.291,77}{(1+i)^5}$$

$$i = 0,6394$$

TIR= 63,94%

6.8.8. Interpretación del VAN y del TIR

El valor del VAN es de 2.141,91 USD, por lo que la inversión se recupera en el segundo periodo. Como TIR= 63,94% > TMAR = 10.68% la opción de la mecanizar el proceso de serigrafía para disminuir el tiempo en el estampado de camisetas de polialgodón en la empresa PRODUTEXTI es rentable.

6.9.PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

6.9.1. Verificación de la hipótesis

La verificación de la hipótesis se realizó con el COEFICIENTE DE CORRELACION "r" de PEARSON que se acomoda a las variables de la hipótesis de esta investigación.

Dónde:

- X: Tiempos promedio en serigrafiar 100 camisetas con el proceso manual
- Y: Tiempos promedio en serigrafiar 100 camisetas con el proceso mecanizado
- N: Número de personas

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad \text{Ecuación 6.10}$$

Hipótesis: La implementación de un sistema mecánico en el proceso serigrafía disminuirá el tiempo en el estampado de camisetas de poli algodón en la empresa PRODUTEXTI

H₀: La implementación de un sistema mecánico en el proceso serigrafía no disminuirá el tiempo en el estampado de camisetas de poli algodón en la empresa PRODUTEXTI

H_A : La implementación de un sistema mecánico en el proceso serigrafía disminuirá el tiempo en el estampado de camisetas de poli algodón en la empresa PRODUTEXTI

Elección del nivel de significado

Hay que establecer un porcentaje o nivel de confianza dentro del cual se aceptará o rechazará las hipótesis planteadas anteriormente, pero para esto, lo más común es utilizar valores de entre 1%, a 5% o 10%.

$$\alpha = 0.05$$

Es decir que para esta investigación elegimos un valor de 5% de nivel de significado que es un valor que nos permite tener una precisión adecuada.

Criterio de aceptación de H_0 de acuerdo al estadístico

Se rechaza la hipótesis nula si $r < 0.878$ o bien $r > 0.959$, donde 0.878 es el valor teórico de $r_{0,025}$ y donde 0.959 es el valor teórico de $r_{0,005}$ para $n=5$, en caso contrario exprese que el valor de r no es significativo. **(Ver anexo 6)**

Cálculos

Tabla 6.11: Datos para aplicar formula de Pearson

	Tiempos promedio en serigrafiar 100 camisetas (min)				
	Proceso manual	Proceso mecánico			
N°	X	Y	XY	X ²	Y ²
Serigrafista 1	68	48,68	3310,24	4624	2369,74
Serigrafista 2	70	50,03	3502,10	4900	2503,00
Serigrafista 3	67	47,03	3151,01	4489	2211,82
Serigrafista 4	66	46,59	3074,94	4356	2170,63
Serigrafista 5	70	51,59	3611,30	4900	2661,53
Total	341	243,92	16649,59	23269	11916,72

Fuente: Entrevista realizada al personal de serigrafía de la empresa Productexti

Elaborado por: Navarrete Luis 2011

$$r = \frac{5(20745) - (341)(243,92)}{\sqrt{[5(23269) - 341^2][5(11916,72) - 243,92^2]}} = 0,957$$

Decisión final

Como $r = 0.957$ está a la derecha de 0.878 , se rechaza la hipótesis nula, luego el nivel de correlación $r = 0.957$ si es significativo lo que indica que la hipótesis formulada en la investigación, que dice la implementación de un sistema mecánico en el proceso serigrafía ayudara a disminuir el tiempo en el estampado de camisetas de poli algodón en la empresa PRODUTEXTI, es aceptada.

6.9.2. Comparación de tiempos entre el proceso manual y el proceso mecánico.

Como se puede observar en la figura 6.14 con la aplicación del sistema mecánico se tuvo una disminución considerable en el tiempo que se utiliza para serigrafiar un lote de 100 camisetas en relación al proceso manual.

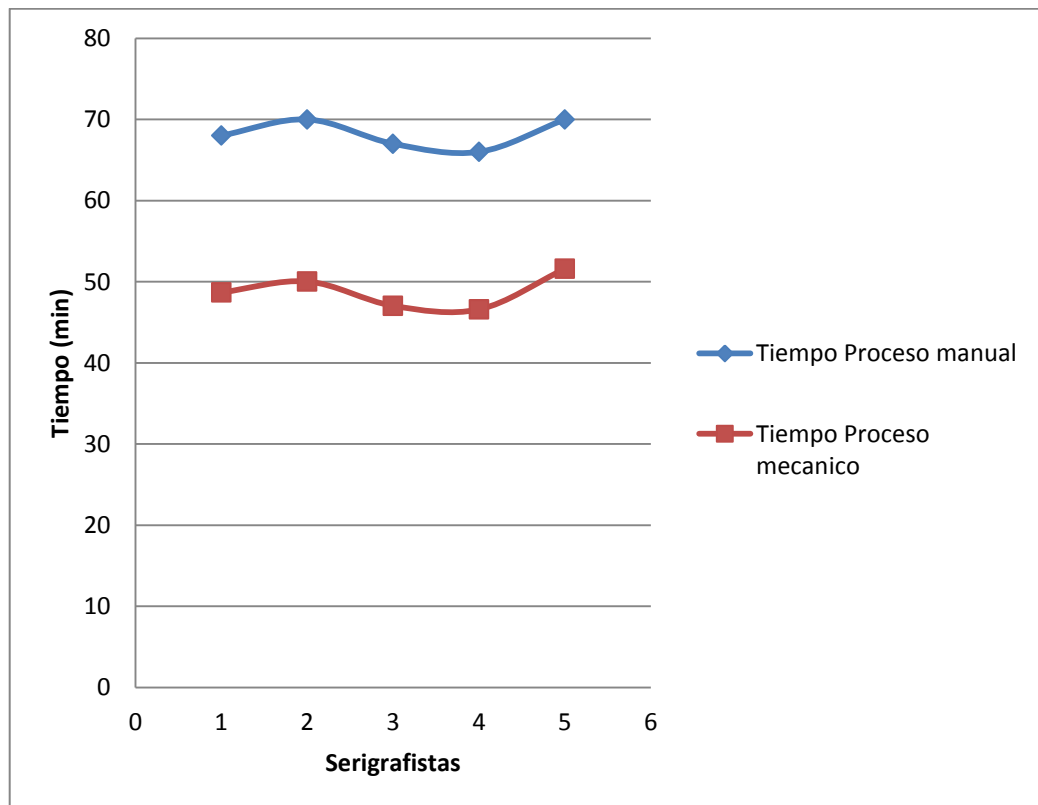


Figura 6.14: Comparación de tiempos entre el proceso manual y el proceso mecánico.

Fuente: Navarrete Luis 2011

6.10. CONCLUSIONES DE LA PROPUESTA.

- El caudal necesario en la instalación dependerá del tamaño de los cilindros y los actuadores y de la velocidad que en dichos elementos se pretenda conseguir. La elección del paso de las válvulas y de los demás componentes dependerá de esas variables.
- La utilización de la neumática para la mecanización del proceso es una opción barata mucho más si la empresa ya cuenta con el compresor.
- Con la neumática se puede lograr hoy en día cualquier nivel de mecanización. El grado de mecanización dependerá de los requerimientos de La máquina y también del costo.
- El sistema de control mediante el micro PLC LOGO! brinda la facilidad de realizar cambios en el circuito de control sin necesidad de tocar el cableado.
- Es importante elegir el PLC de acuerdo al lugar donde va a trabajar en nuestro caso la protección del micro PLC LOGO! tiene una calificación IP 20 que es adecuada para el ambiente de trabajo y ayudara a un mejor desempeño del sistema neumático.
- Se logro disminuir en alrededor de 20 min en un lote de 100 camisetas lo que significa que nuestra opción es correcta y permitirá un aumento en la producción.

BIBLIOGRAFIA.

- YEPES. V., MASEGOSA. A. (1999). “**Gestión de la calidad en la empresa de serigrafía.**” En Serigrafía, 71:10-17. \Noviembre-diciembre. Depósito Legal: B-22074-59. Edita: Ediciones Digitec. S.L. Barcelona
- Niebel, “**INGENIERIA INDUSTRIAL: Métodos, Tiempos y Movimientos**”
- SHIGLEY J.E. y MISCHKE C.R., “**Diseño en Ingeniería Mecánica**”, McGraw Hill 2002.
- NORTON R.L., “**Diseño de maquinaria**”, McGraw Hill 2000.
- MIGUEL CARULLA, VICENT LLADONOSA, “**Circuitos básicos de neumática**”, Editorial Alfa Omega
- FESTO Didactic , “Introducción a la neumática”
- SERRANO NICOLÁS ANTONIO, “**Neumática práctica**” , Ed. Paraninfo 2009
- CATALÓGO DE PRODUCTOS MICRO, “**Micro automatización**”, 2008 – 2009
- BOSH REXROTH, SERVICE AUTOMATION DIDACTIC, “Curso práctico de ejercicios de neumática y electro neumática.”
- ROLDÁN VILORIA. J. “Neumática, Hidráulica y Electricidad aplicada.”, Ed. Thompson-Paraninfo
- DEPPERT, W. y STOLL, K. “**Dispositivos neumáticos: Introducción y Fundamentos**”, Cayetano Cabrera (trad.). Ed. Marcombo, Boixareu Editores, Barcelona-México. 188 páginas. ©1991 ISBN 84-267-0280
- ANGEL HURQUIZO, “**Como realizar la tesis o una investigación**”, Editorial graficas Riobamba 2005.

INTERNET

- <http://www.freewebs.com/serigrafia/fundimprseri.htm>
- <http://www.diee.unican.es>


- dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/.../85T00166%20CONTENIDO.pdf
- http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/maquinas/maq_mecanismos.htm
- www-eupm.upc.es/~mmt/TemaNeu7.doc
- http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2_apartado7.htm
- <http://www.vpc-pneumatic.com/enproducts2.php?id=50&types=Directional%20Valve>
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica9.htm>

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de observación para recolección de información de tiempos utilizados en el proceso de serigrafía.

Hoja de Registro			
Empresa:	Operación:	Estudio:	Hoja:
PRODUTEXTI	Estampado de camiseta polialgodón	2	Nº 6
Departamento:	Operario:	Analista:	Fecha:
Producción	Lote: 100 camisetas	LMNL	23/05/2011
Nº	Elementos	T	L (min)
1	Elegir el marco con el diseño pedido		
2	Se dirige a traer la tinta		
3	Se dirige a la tabla		
4	Deja marco sobre tabla		
5	Colocar la tinta del color deseado sobre el marco		
6	Ubicar la camiseta sobre la tabla		
7	Poner el marco sobre la camiseta		
8	Espera habilidad del serigrafista para alinear el marco sobre camiseta		
9	Observa la posición del marco con respecto a la camiseta.		
10	Sostener el marco con la mano izquierda		
11	Sostener la racla con la mano derecha y esparcir la pintura		
12	Colocar el marco a un costado de la camiseta		
13	Se dirige a la tabla		
14	Observa que la camiseta este bien estampado		
15	Secar la camiseta		
16	Retirar la camiseta de la tabla		
17	Deja camiseta sobre la mesa		
	Termina estampado		

Anexo 2: Catalogo de cilindro neumáticos

	2	NEUMATICA	2-07-03
	05-05		CILINDROS NEUMATICOS SIMPLE Y DOBLE EFECTO

Sujeción: Por horquilla en tapa trasera; rosca y tuerca para montar flange en tapa delantera. Sin amortiguación.

Materiales: Vástago y Tubo: Acero Inoxidable / Tapas: Aluminio / Sellos: Rubber
Uso: Por sus características constructivas puede ser utilizado satisfactoriamente en ambientes agresivos y/o aplicaciones de uso general.
 Unidades de medida en Milímetros



1.- CILINDROS NORGREN, Pistón Magnético

Presión: 1 a 10 Bar / Temperatura de operación -10°C a 80°C / Doble efecto

Digito	Catálogo	∅ Interior	Carrera	∅ Vástago	Conexión
0207569-5	RM/8025/M/100	25	100	10	G 1/8"
0207570-9	RM/8025/M/150	25	150	10	G 1/8"
0207574-1	RB/57240/M/100	40	100	14	G 1/8"
0207575-K	RB/57240/M/150	40	150	14	G 1/8"
0207576-8	RB/57240/M/200	40	200	14	G 1/8"



RM/8025

2.- CILINDROS CHELIC, Doble efecto

Digito	Catálogo	∅ Interior	Carrera	100 Psi	∅ Vástago
0203891-9	SDA 12x100	12	100	11 Kg	6
0203892-7	SDA 20x150	20	150	23 Kg	8
0207880-5	SDA 25x100	25	100	33 Kg	10
0203893-5	SDA 25x200	25	200	33 Kg	10
0207890-2	SDA 32x200	32	200	50 Kg	12
0207900-3	SDA 40x100	40	100	70 Kg	16
0207910-0	SDA 40x300	40	300	70 Kg	16



RB/57240

3.- CILINDROS HINAKA, Simple efecto

Digito	Catálogo	∅ Interior	Carrera	100 Psi	∅ Vástago	Conexión
0207200-9	SRIC 12x25	12	250	11 Kg	6	M5
0207201-7	SRIC 12x50	12	500	11 Kg	6	M5
0207205-K	SRIC 20x25	20	250	23 Kg	8	1/8"
0207206-8	SRIC 20x50	20	500	23 Kg	8	1/8"
0207210-6	SRIC 32x25	32	250	50 Kg	12	1/8"
0207211-4	SRIC 32x50	32	500	50 Kg	12	1/8"



4.- CILINDROS HINAKA, Doble efecto

Digito	Catálogo	∅ Interior	Carrera	100 Psi	∅ Vástago	Conexión
0207215-7	DIC 12x25	12	25	11 Kg	6	M5
0207216-5	DIC 12x50	12	50	11 Kg	6	M5
0207220-3	DIC 20x25	20	25	23 Kg	8	1/8"
0207221-1	DIC 20x50	20	50	23 Kg	8	1/8"
0207222-K	DIC 20x100	20	100	33 Kg	8	1/8"
0207225-4	DIC 25x25	25	25	33 Kg	10	1/8"
0207226-2	DIC 25x50	25	50	33 Kg	10	1/8"
0207227-0	DIC 25x100	25	100	33 Kg	10	1/8"
0207228-9	DIC 25x150	25	150	33 Kg	10	1/8"
0207882-1	DIC 25x150	25	150	33 Kg	10	1/8"
0207231-9	DIC 32x50	32	50	50 Kg	12	1/8"
0207232-7	DIC 32x100	32	100	50 Kg	12	1/8"
0207233-5	DIC 32x150	32	150	50 Kg	12	1/8"



SDA

5.- CILINDROS JIG Y MICROCILINDROS. *Fijación por rosca exterior en su cuerpo

Velocidad: Pistón 50 a 500 mm/seg. / Presión: 1,5 a 7 bar / T° de Servicio: 0 a 60°C

Digito	Catálogo	∅ Interior	Carrera	Vástago	Conexión	Tipo
0207901-1	JD20x50B	2	50	8	M5	Doble Efecto
0207905-4	NA12-15B	12	15	5	M5	Simple Efecto
0207906-2	NAD12-15B	12	15	5	M5	Doble Efecto



6.- ABSORBEDORES DE IMPACTO AJUSTABLE Controla movimiento al final de la carrera en cilindros neumáticos.

Características: Carrera de absorción: 40mm. / Fuerza máxima de choque: 400 Kg. / Máxima velocidad de Impacto: 2mts/sec. / Peso: 500 grs. / Máxima energía de absorción: 18,3 Kg. f-m / Fijación rosca: M25 x 1,5 (con 2 tuercas)

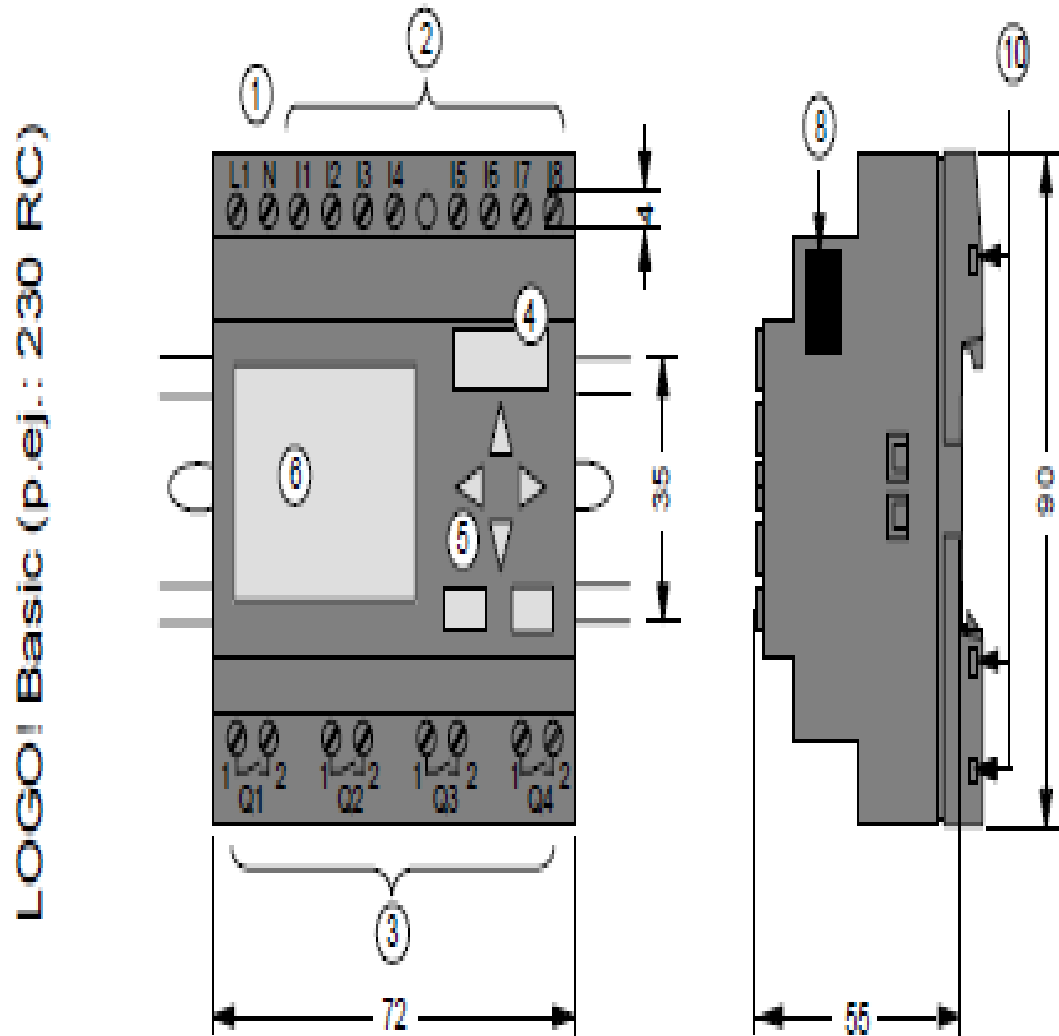
Digito	Catálogo
0207915-1	SAI-25-40



DIC

VILPARRAJO *	SANTIAGO	TALCAHUANO	ANTOFAGASTA	PUERTO MONTT
Tel.: 33-351111 / Fax: 33-351128 Email: vignola@vignola.cl	Tel.: 3-775006 / Fax: 3-773208 Email: vignola@vignola.cl	Tel.: 41-566050 / Fax: 41-526102 Email: vignola@vignola.cl	Tel.: 55-453050 / Fax: 55-453039 Email: vignola@vignola.cl	Tel.: 05-350150 / Fax: 05-350144 Email: vignomont@vignola.cl

Anexo 2: Especificaciones técnicas generales del LOGO SIEMENS



- | | | |
|--|-------------------------------------|---|
| ① Alimentación de tensión | ⑤ Panel de manejo
(no en RCo) | ⑧ Interfaz de ampliación |
| ② Entradas | ⑥ Pantalla LCD
(no en RCo) | ⑨ Codificación mecánica
- pernos |
| ③ Salidas | ⑦ Indicación del estado
RUN/STOP | ⑩ Codificación mecánica
- conectores |
| ④ Receptáculo de módulo
con revestimiento | | ⑪ Guía deslizante |

Continuación.

A Especificaciones técnicas

A.1 Especificaciones técnicas generales

Criterio	Verificación según	Valores
LOGO!Basic: Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 55 mm aprox. 190 g en riel de perfil de sombrero 35 mm 4 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
LOGO! módulos de ampliación DM8..., AM... Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		36 x 90 x 53 mm aprox. 90 g en riel de perfil de sombrero 35 mm 2 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
LOGO! módulos de ampliación DM16... Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 53 mm aprox. 190 g en riel de perfil de sombrero 35 mm 4 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
Condiciones ambientales climáticas		
Temperatura ambiente montaje horizontal montaje vertical	Frío según IEC 60068-2-1 Calor según IEC 60068-2-2	0 ... 55 °C 0 ... 55 °C
Almacenaje/transporte		-40 °C ... +70 °C
Humedad relativa	IEC 60068-2-30	del 10 al 95% sin formación de rocío
Presión atmosférica		795 ... 1080 hPa

Continuación.

Especificaciones técnicas

Criterio	Verificación según	Valores
Sustancias nocivas	IEC 60068-2-42 IEC 60068-2-43	SO ₂ 10 cm ³ /m ³ , 4 días H ₂ S 1 cm ³ /m ³ , 4 días
Condiciones ambientales mecánicas		
Tipo de protección		IP 20
Vibraciones	IEC 60068-2-6	5 ... 9 Hz (amplitud constante 3,5 mm) 9 ... 150 Hz (aceleración constante 1 g)
Choque	IEC 60068-2-27	18 choques (semisenoidal 15g/11ms)
Caída ladeada	IEC 60068-2-31	Altura de caída 50 mm
Caída libre, embalado	IEC 60068-2-32	1 m
Compatibilidad electromagnética (CEM)		
Emisión de interferencia	EN 55011/A EN 55022/B EN 50081-1 (área residencial)	Case valor límite B grupo 1
Descarga electrostática	IEC 61000-4-2 grado de intensidad 3	8 kV descarga al aire 6 kV descarga por contacto
Campos electromagnéticos	IEC 61000-4-3	Intensidad de campo 10 V/m
Radiación HF en cables y pantallas de cable	IEC 61000-4-6	10 V
Impulsos en ráfagas	IEC 61000-4-4 grado de intensidad 3	2 kV (conductores de alimentación y de señalización)
Impulso individual de alta energía (Surge) (sólo para LOGO! 230....)	IEC 61000-4-5 grado de intensidad 3	1 kV (conductores alimentación) simétrico 2 kV (conductores alimentación) asimétrico
Datos sobre seguridad IEC / VDE		
Dimensionamiento de los entrehierros y las fugas	IEC 60664, IEC 61131-2, EN 50178 cULus según UL 508, CSA C22.2 No. 142 En LOGO! 230R/RC también VDE 0631	se cumple
Rigidez dieléctrica	IEC 61131-2	se cumple

Continuación.

Criterio	Verificación según	Valores
Tiempo de ciclo		
Tiempo de ciclo por función		< 0,1 ms
Arranque		
Tiempo de arranque con POWER ON		típ. 8 s

Anexo 3: Especificaciones técnicas generales del LOGO 230 RC

	LOGO! 230RC LOGO! 230RCo
Fuente de alimentación	
Tensión de entrada	115...240 V CA/CC
Margen admisible	85 ... 265 V CA 100 ... 253 V CC
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz
Consumo de corriente	
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V c.a. • 240 V CA • 115 V CC • 240 V CC 	<ul style="list-style-type: none"> 10 ... 40 mA 10 ... 25 mA 5 ... 25 mA 5 ... 15 mA
Compensación de fallos de tensión	
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V CA/CC • 240 V CA/CC 	<ul style="list-style-type: none"> tip. 10 ms tip. 20 ms
Potencia disipada en caso de	
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V c.a. • 240 V CA • 115 V CC • 240 V CC 	<ul style="list-style-type: none"> 1,1 ... 4,6 W 2,4 ... 6,0 W 0,5 ... 2,9 W 1,2 ... 3,6 W
Tamponaje del reloj a 25 °C	tip. 80 h
Exactitud del reloj de tiempo real	típ. ± 2 s / día

Continuación.

	LOGO! 230RC LOGO! 230RC _o
Entradas digitales	
Cantidad	8
Separación galvánica	no
Tensión de entrada L1	
• señal 0	<40 V c.a.
• señal 1	>79 V c.a.
• señal 0	< 30 V CC
• señal 1	> 79 V CC
Intensidad de entrada para	
• señal 0	<0,03 mA
• señal 1	>0,08 mA
Tiempo de retardo para	
• cambio de 0 a 1	tip. 50 ms
• cambio de 1 a 0	tip. 50 ms
Longitud del conductor (sin blindaje)	100 m
Salidas digitales	
Cantidad	4
Tipo de las salidas	Salidas a relé
Separación galvánica	sí
En grupos de	1
Activación de una entrada digital	sí
Corriente constante I_{N}	máx. 10 A por relé
Carga de lámparas incandescentes (25.000 maniobras) en caso de	
230/240 V CA	1.000 W
115/120 V CA	500 W

Continuación.

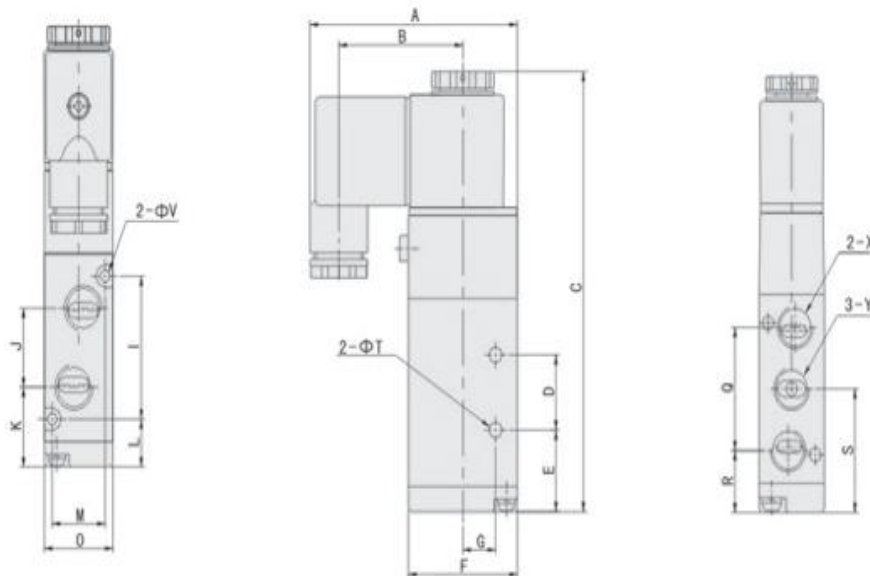
	LOGO! 230RC LOGO! 230RC_o
Tubos fluorescentes con dispositivo previo electr. (25.000 histérisis)	10 x 58 W (para 230/240 V c.a.)
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 maniobras)	1 x 58 W (para 230/240 V c.a.)
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 maniobras)	10 x 58 W (para 230/240 V c.a.)
Resistencia a cortocircuitos cos 1	Contactador potencia B16 600 A
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Contactador potencia B16 900 A
Derating	ninguno; en todo el rango de temperatura
Conexión de las salidas en paralelo para aumentar la potencia	no admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)	máx. 16 A, característica B16
Frecuencia de conmutación	
Mecánica	10 Hz
Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz

Anexo 4: Características de válvulas solenoides VPC PNEUMATICS

Specification 4V Series Solenoid valve (2 Position 5 Port Single control)

Model	4V110-M5	4V110-06	4V210-06	4V210-08	4V310-08	4V310-10	4V410-15
Working medium	Clean Air(40µm filtration)						
Acting type	Guid Type						
Joint Size	Import=M5 Export=M5 Exhaust=M5	Import=Export=Exhaust=1/8		Import=1/4 Export=1/4 Exhaust=1/8	Import=1/4 Export=1/4 Exhaust=1/4	Import=3/8 Export=3/8 Exhaust=1/4	Import=1/2 Export=1/2 Exhaust=1/2
Sectional area	5.5mm ² (CV=0.31)	12mm ² (CV=0.67)	14mm ² (CV=0.78)	16mm ² (CV=0.89)	25mm ² (CV=1.39)	30mm ² (CV=1.67)	50mm ² (CV=2.79)
Working pressure	0.15~0.9Mpa						
Max Pressure	1.2Mpa						
Working Temperature	-5~60℃						
Voltage Range	-15%~10%						
Heat Resistant Grade	B						
Protective class	IP65(DIN40050)						
Coil Type	DIN Type、Flying leads						
Max Acting Frequency	5 Times/mm			4 Times/mm		3Times/mm	

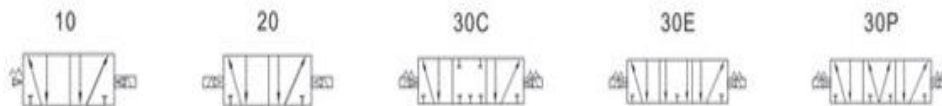
■ Main Specification



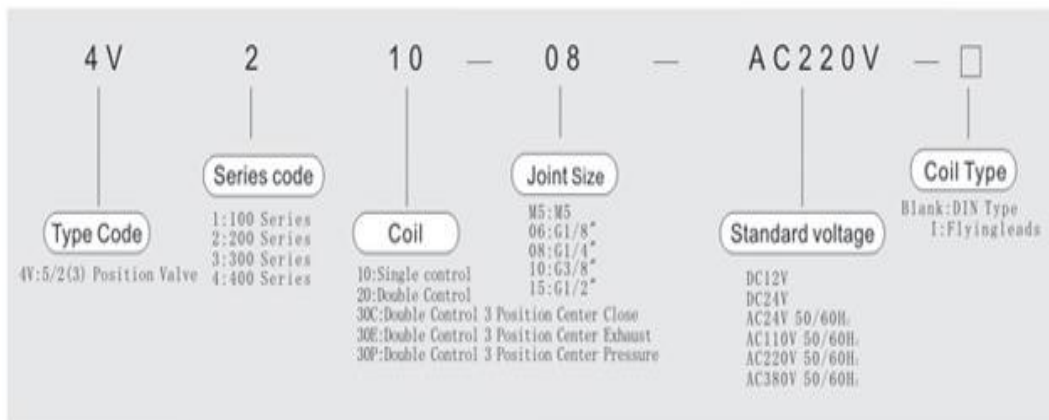
Model	Sign	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	S	Q	R	ΦV	ΦT	X	Y
4V110-M5		55	34	99.4	14	21.2	27	9.5	21.2	30	14	13.2	13	18	28.2	27	14.7	3.3	3.3	M5	M5		
4V110-06		55	34	99.4	14	21.2	27	9.5	20.2	30	16	13.2	13	18	28.2	28	14.2	3.3	3.3	1/8"	1/8"		
4V210-06		66.7	40	117	20	21.7	35	10.5	22.7	38	18	12.7	17	22	31.7	36	13.7	3.2	4.3	1/8"	1/8"		
4V210-08		66.7	40	117	20	21.7	35	10.5	21.2	38	21	12.7	17	22	31.7	36	13.7	3.2	4.3	1/8"	1/4"		
4V310-08		69.2	40	135	24	28	40	13.5	29	50	22	15	20	27	40	45	17.5	4.3	4.3	1/4"	1/4"		
4V310-10		69.2	40	135	24	28	40	13.5	28	50	24	15	20	27	40	45	17.5	4.3	4.3	1/4"	3/8"		
4V410-15		74.2	40	168.4	28	43	50	17.5	39	72	36	21	27	34	57	63	25.5	4.3	5.5	1/2"	1/2"		

Continuación.

4V Series Solenoid valve



Ordering Code



Anexo 5: Tabla de grados IP

TABLA DE GRADOS IP

	Primer Número - Protección contra sólidos		Segundo Número - Protección contra líquidos		Tercer Número - Protección contra impactos mecánicos (generalmente omitido)
0	Sin Protección	0	Sin Protección	0	Sin Protección
1	Protegido contra objetos sólidos de más de 50mm	1	Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente	1	Protegido contra Impactos de 0.225 joules
2	Protegido contra objetos sólidos de más de 12mm	2	Protegido contra rocíos directos a hasta 15° de la vertical	2	Protegido contra Impactos de 0.375 joules
3	Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5mm	3	Protegido contra rocíos directos a hasta 60° de la vertical	3	Protegido contra Impactos de 0.5 joules
4	Protegido contra objetos sólidos de más de 1mm	4	Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida	4	Protegido contra Impactos de 2.0 joules
5	Protegido contra polvo - entrada limitada permitida	5	Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida	5	Protegido contra Impactos de 6.0 joules
6	Totalmente protegido contra polvo	6	Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones - entrada limitada permitida	6	Protegido contra Impactos de 20.0 joules
7		7	Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm - 1m	7	
8		8	Protegido contra largos periodos de inmersión bajo presión	8	

Así, por ejemplo, una terminal con IP-64 está totalmente protegida contra la entrada de polvo y contra rocíos directos de agua de todas las direcciones.

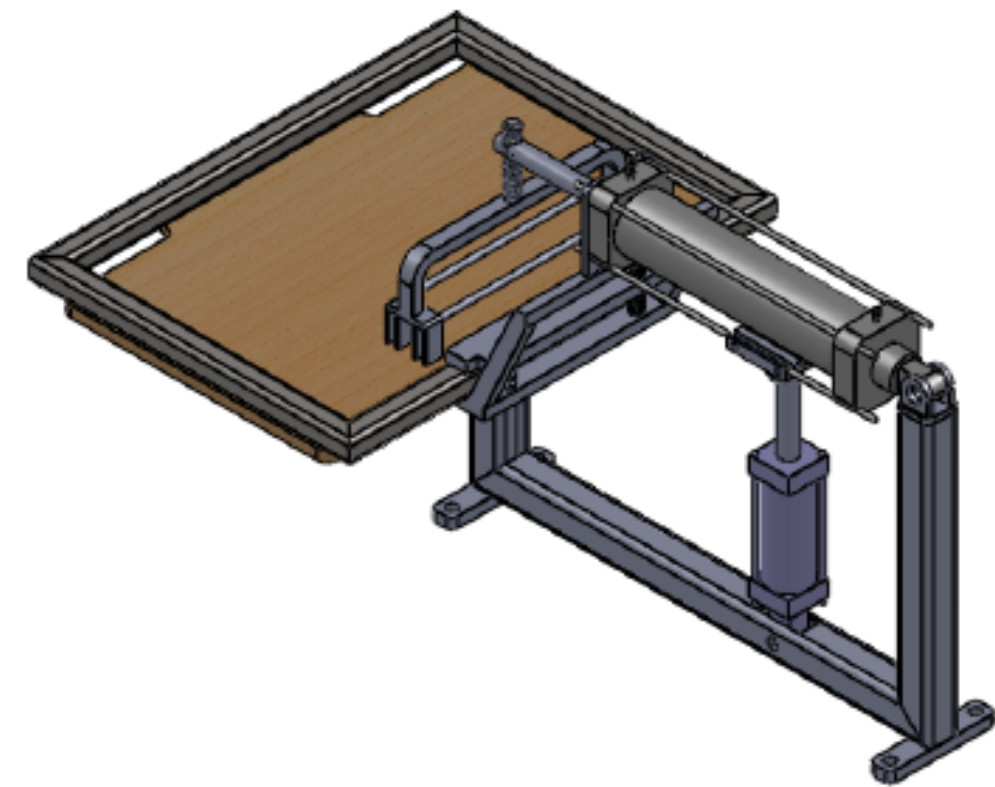
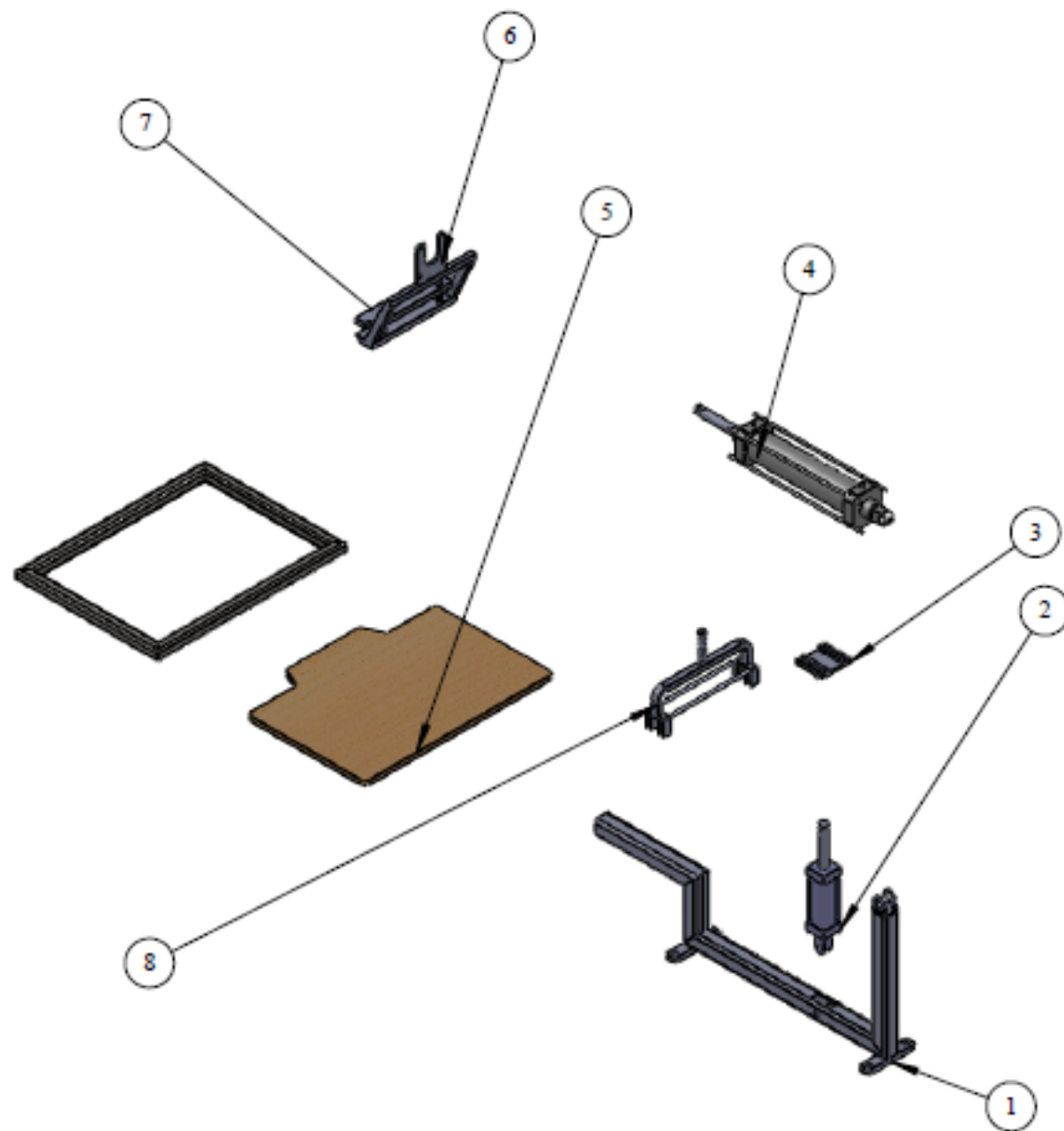
Anexo 6: Tabla de valores teóricos del coeficiente de correlación de Pearson.

APÉNDICE D

TABLA DE LOS VALORES TEÓRICOS del coeficiente de correlación de Pearson r ($r_{\frac{\alpha}{2}, n}$) para niveles de significación $\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$, n de la primera columna representa el número de datos.

n	$r_{0.025}$	$r_{0.005}$
2	0.999	0.999
3	0.997	0.999
4	0.950	0.999
5	0.878	0.959
6	0.811	0.917
7	0.754	0.875
8	0.707	0.834
9	0.666	0.798
10	0.632	0.765
11	0.602	0.735
12	0.576	0.708
13	0.553	0.684
14	0.532	0.661
15	0.514	0.641
16	0.497	0.623
17	0.482	0.606
18	0.468	0.590
19	0.456	0.575
20	0.444	0.561
21	0.443	0.549
22	0.433	0.537
23	0.423	0.527
24	0.413	0.517
25	0.403	0.507
26	0.392	0.497
27	0.381	0.487
28	0.372	0.479
29	0.364	0.471
30	0.357	0.463
31	0.353	0.456
32	0.349	0.449
33	0.343	0.442
34	0.338	0.438
35	0.334	0.432
40	0.314	0.403
50	0.280	0.366
60	0.246	0.330
70	0.235	0.310
80	0.219	0.282
90	0.207	0.273

PLANOS



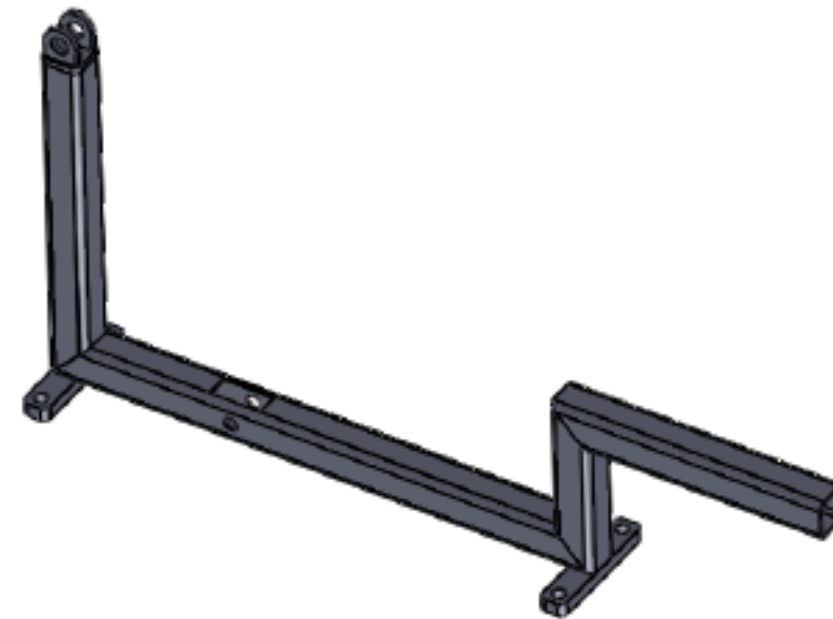
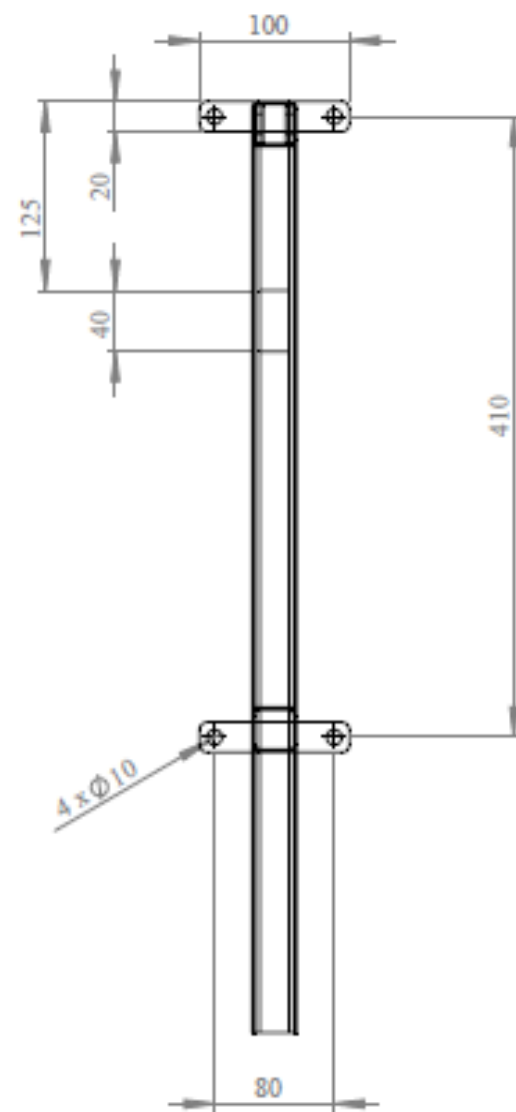
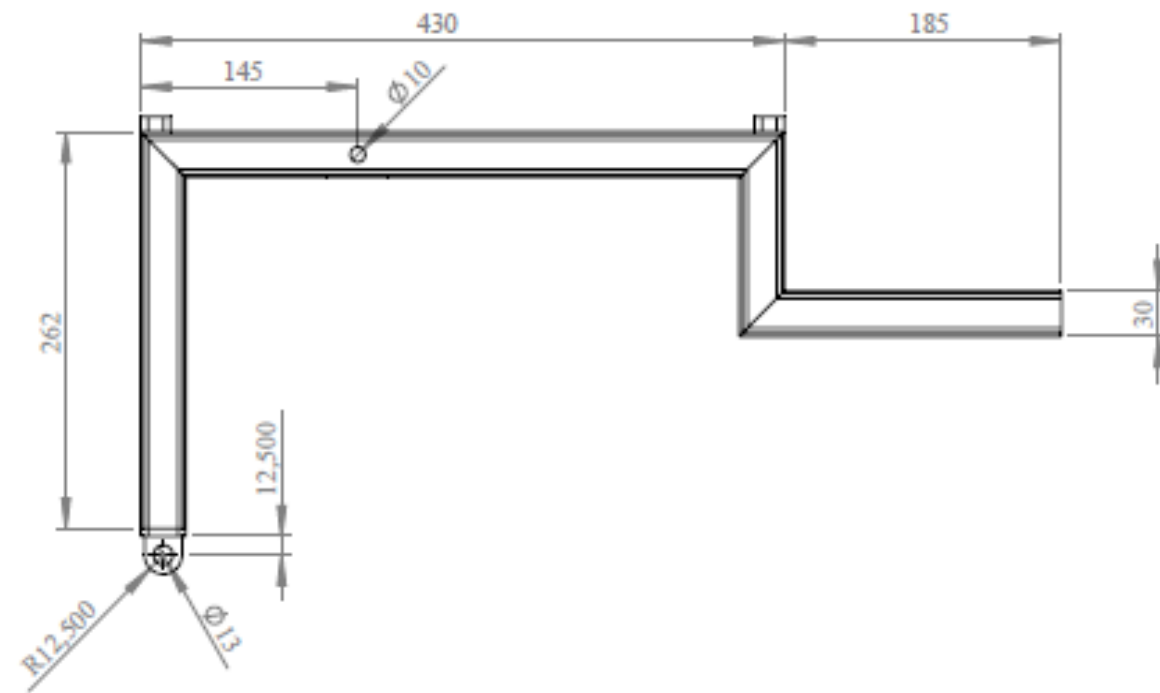
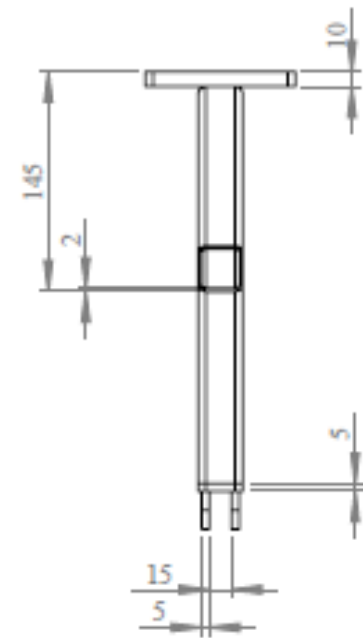
Escala 1:5

N° DE ELEMENTO	DENOMINACION	N° DE PIEZAS	OBSERVACIONES
1	Base	1	
2	Actuador neumatico ϕ 35	1	Comprado
3	Soporte Superior actuador neumatico ϕ 35	1	Comprado
4	Actuador neumatico ϕ 50	1	Comprado
5	Tabla camisetas	1	Comprado
6	Soporte para marco para malla	1	Comprado
7	Soporte para marco para malla superior	1	Comprado
8	Soporte para raqueta	1	Comprado

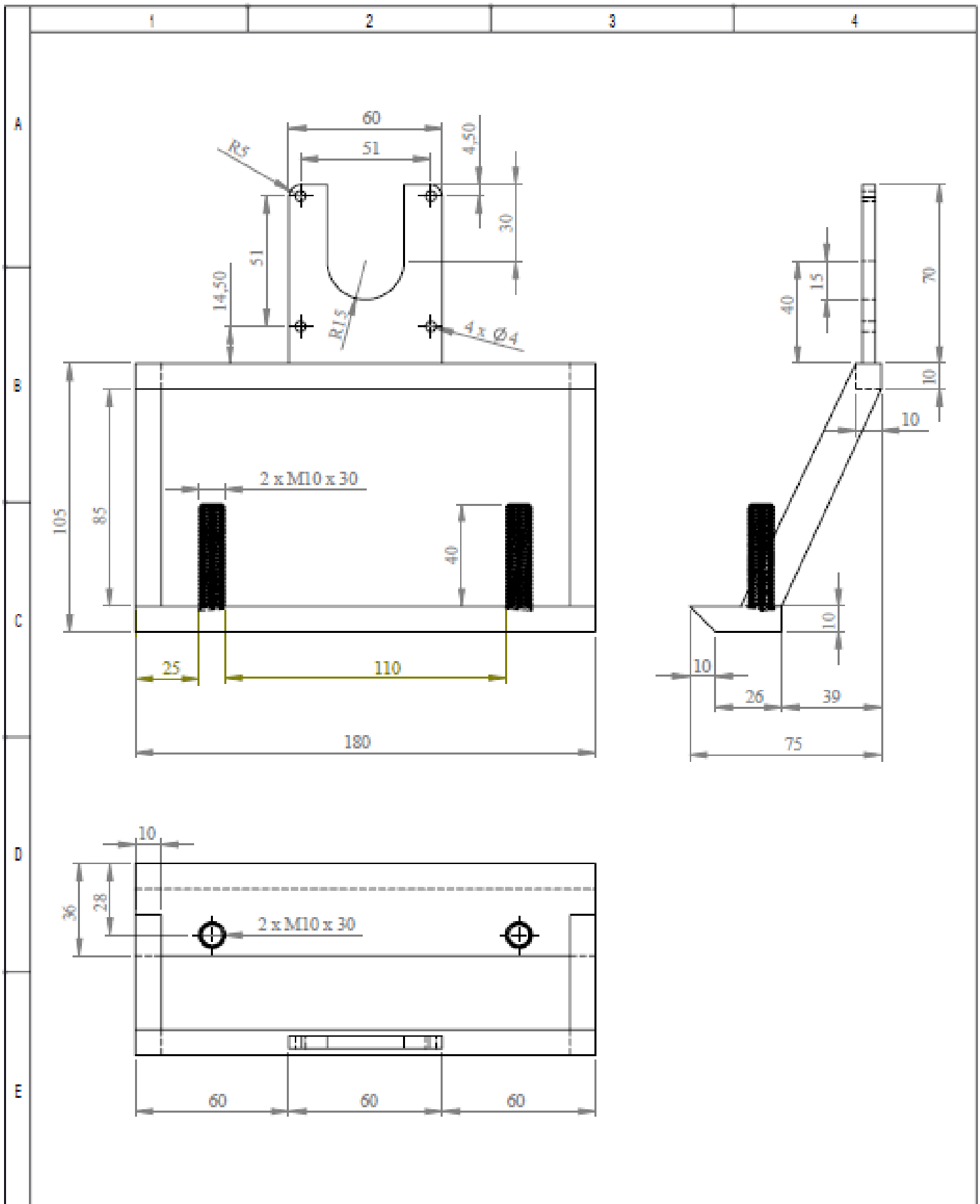
		Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
		Fecha:	Nombre:	Titulo:	
		Dib. 28/07/11	NAVARRETE L	Brazo serigrafico	
		Rev. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
		Apr. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
		UTA Ing. Mecánica		Número de lamina:	01
				PROPIEDADES	


Escala:
1:5

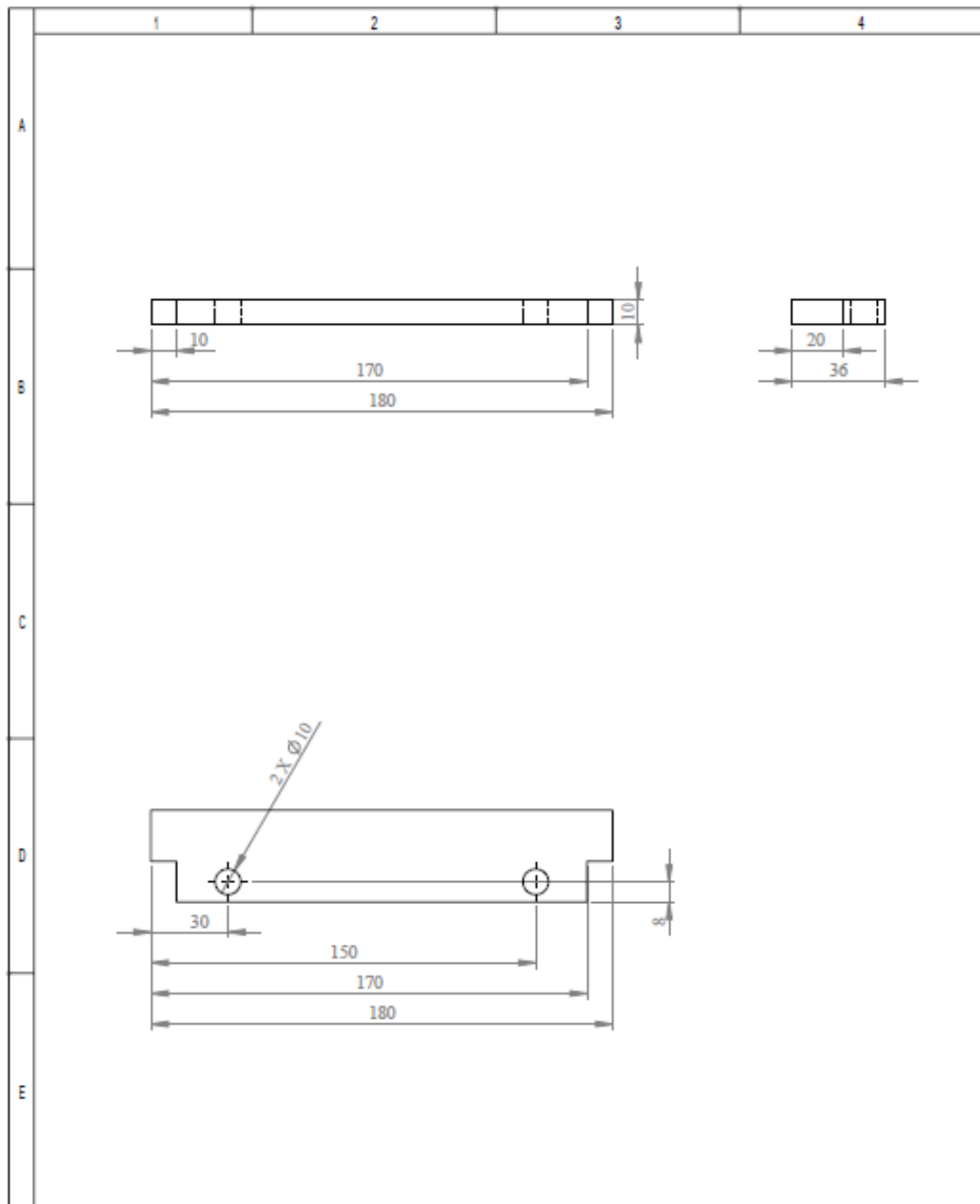




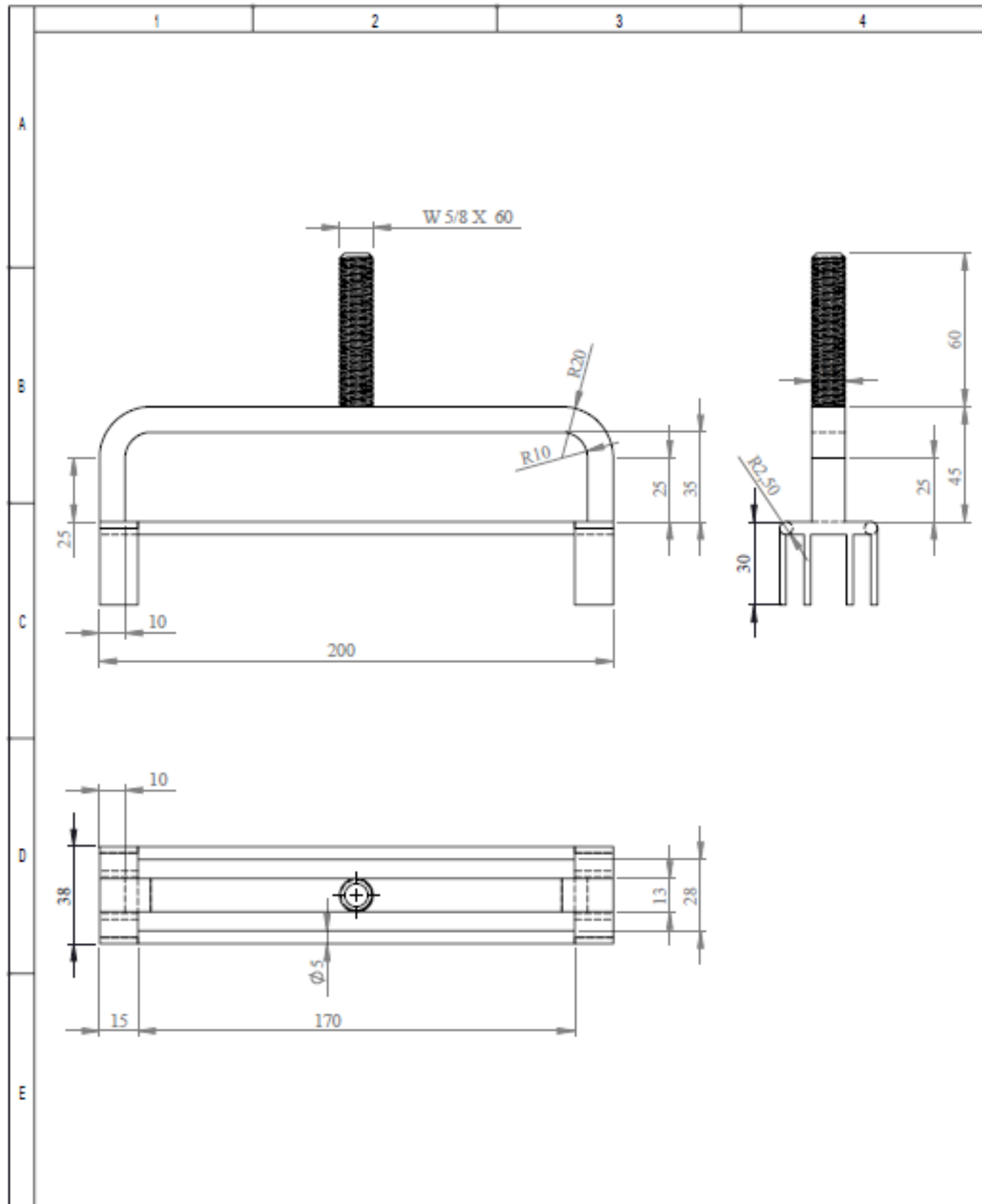
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:		
						Acero estructural		
				Fecha:	Nombre:	Titulo:		Escala:
				Dib. 28/07/11	NAVARRETE L	Base		1:5
				Rev. 15/08/11	ING. ESCOBAR			
				Apr. 15/08/11	ING. ESCOBAR			
				UTA Ing. Mecánica		Número de lamina:	02	
						PROPIEDADES		




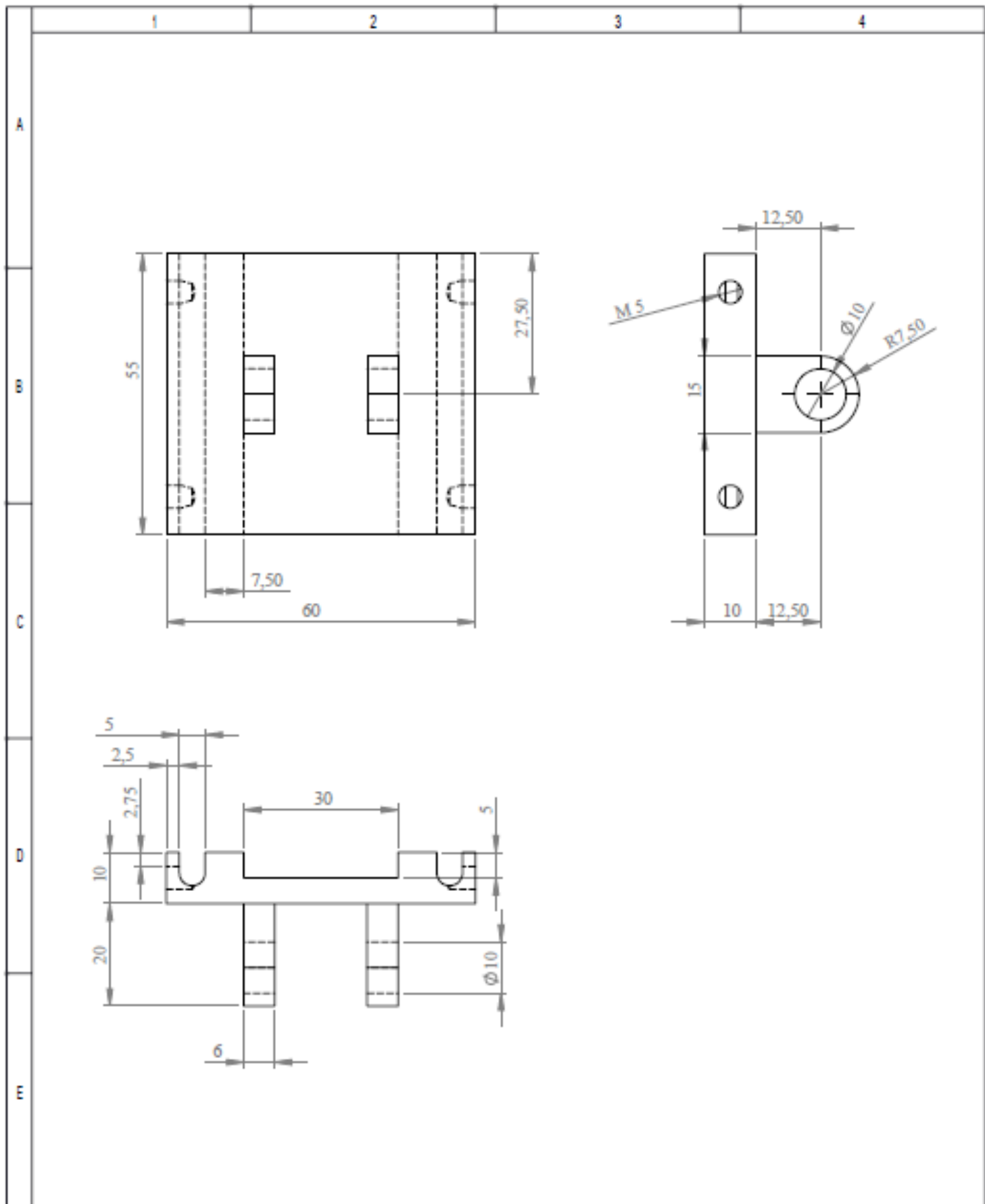
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				Fecha:	Nombre:	Título:	Escala:
				Dib. 28/07/11	NAVARRETE L	Soporte para marco	1:2
				Rev. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				Apr. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				UTA Ing. Mecánica		Número de lamina: 03	
Edición	Modificación	Fecha	Numero	PROPIEDADES			




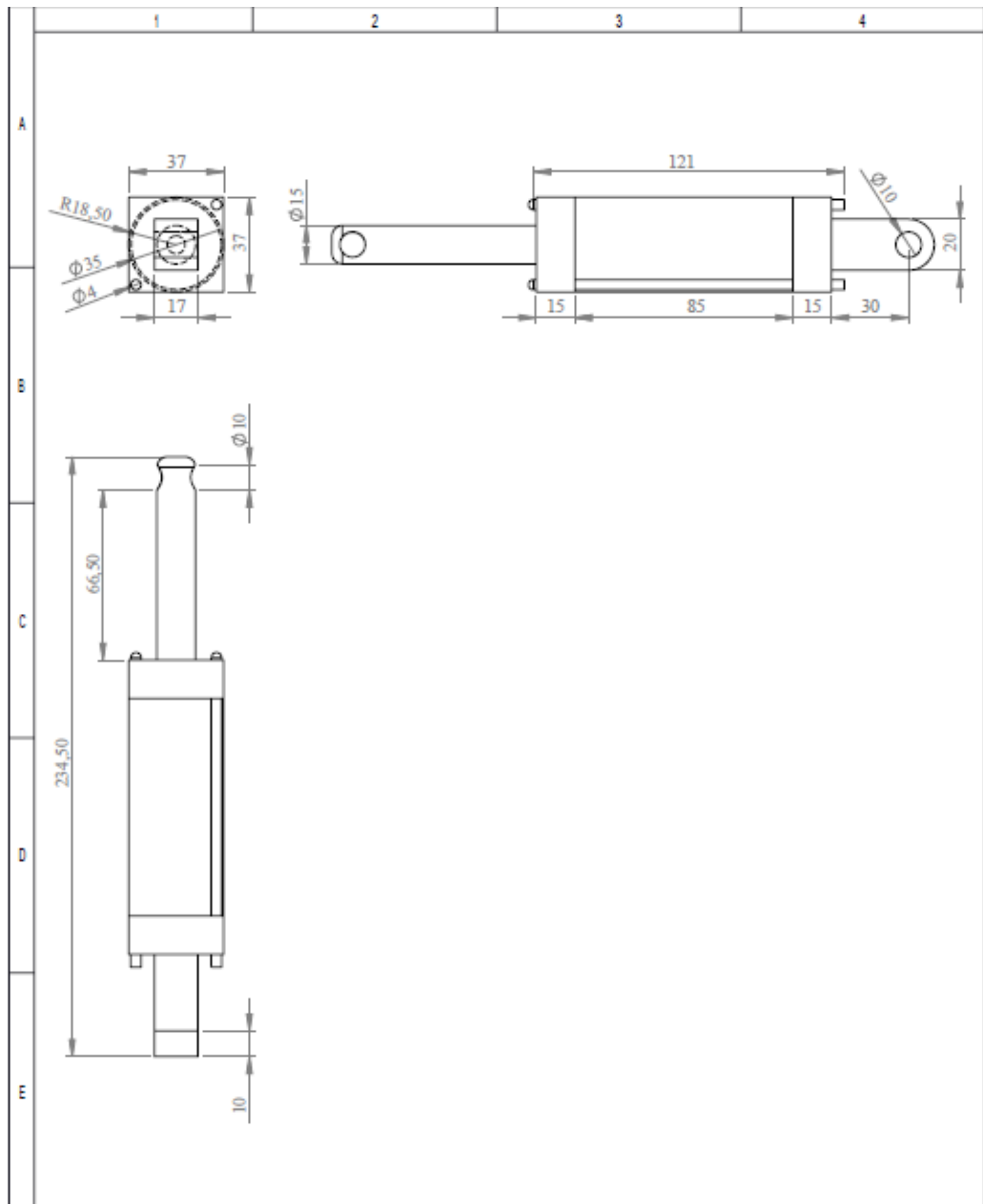
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:		
				Fecha:	Nombre:	Título: Soporte superior para marco		Escala: 1:2
			Dib.	28/07/11	NAVARRETE L			
			Rev.	15/08/11	ING. ESCOBAR			
				Apr.	15/08/11	ING. ESCOBAR		
				UTA Ing. Mecánica		Número de lamina:	04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	PROPIEDADES				




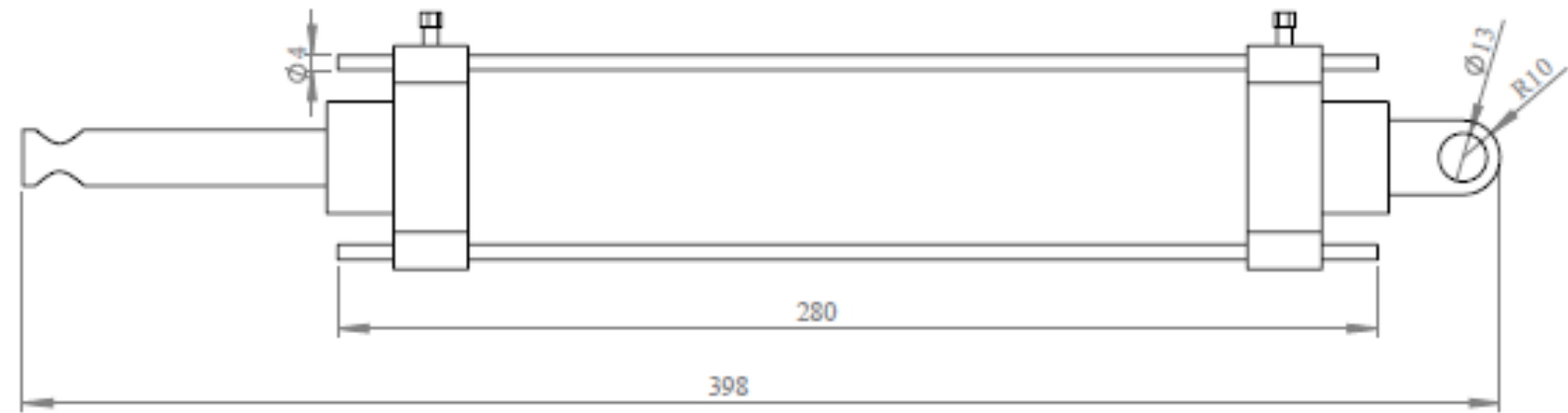
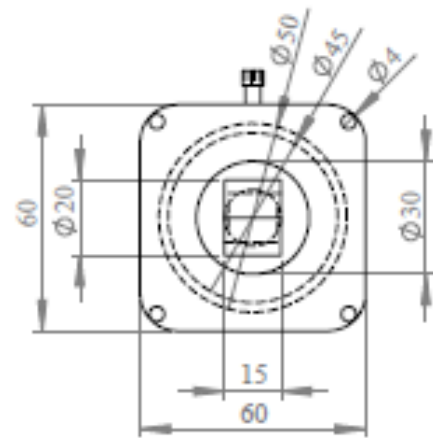
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				Fecha:	Nombre:	Título:	Escala:
				Dib. 28/07/11	NAVARRETE L	Soporte para raqueta	1:2
				Rev. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				Apr. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				UTA Ing. Mecánica		Número de lamina: 05	
Edición	Modificación	Fecha	Numero	PROPIEDADES			



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				Fecha:	Nombre:	Título:	Escala:
				Dib. 28/07/11	NAVARRETE L	Soporte Superior actuador neumático $\varnothing 35$	1:2
				Rev. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				Apr. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				UTA Ing. Mecánica		Número de lamina: 06	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	PROPIEDADES			

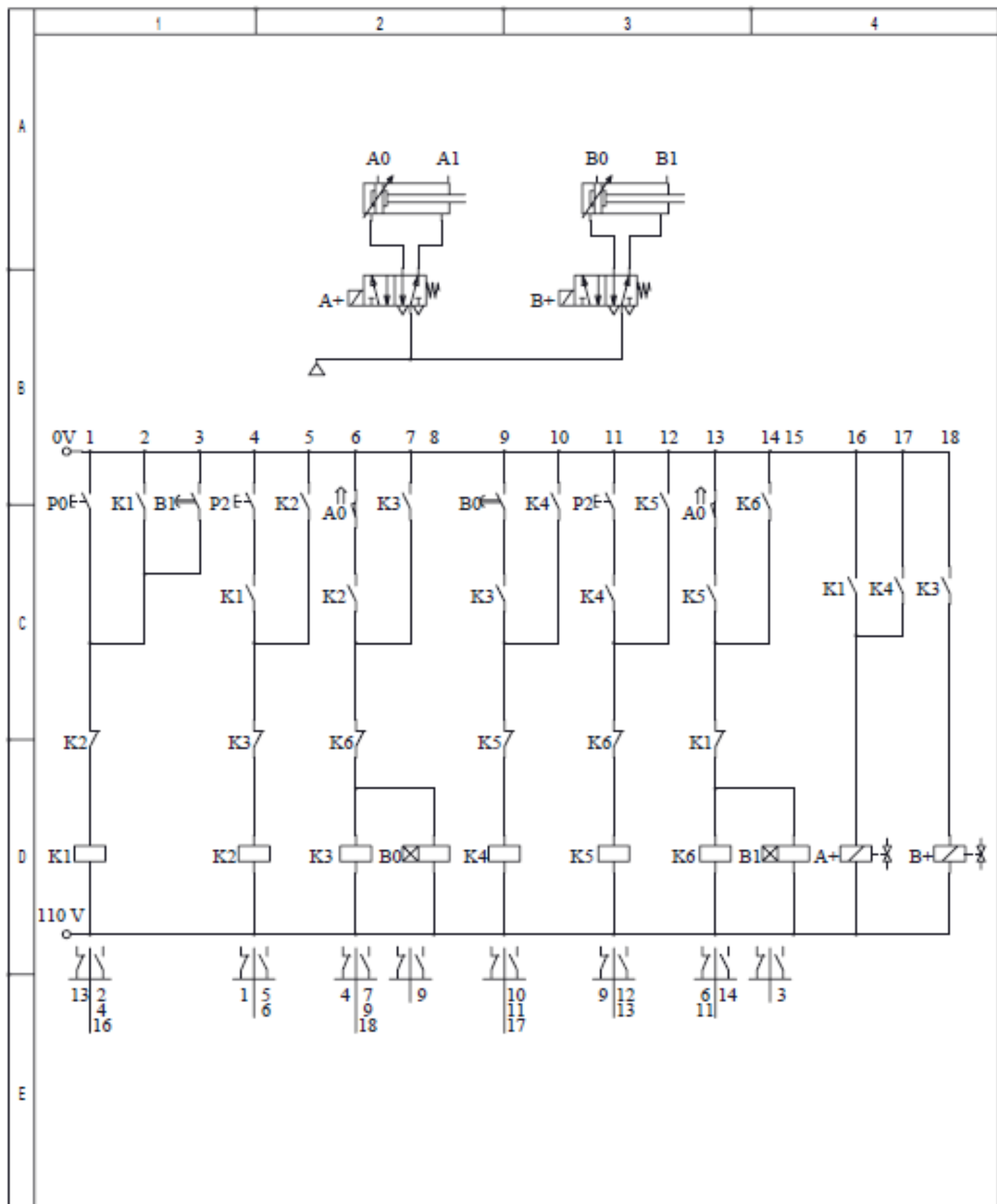


				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				Fecha:	Nombre:	Título:	Escala:
				Dib. 28/07/11	NAVARRETE L	Actuador neumático \varnothing 35	1:2
				Rev. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				Apr. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				UTA Ing. Mecánica		Número de lamina: 07	
Ejeda	Modificac	Fecha	Nombre	PROPIEDADES			

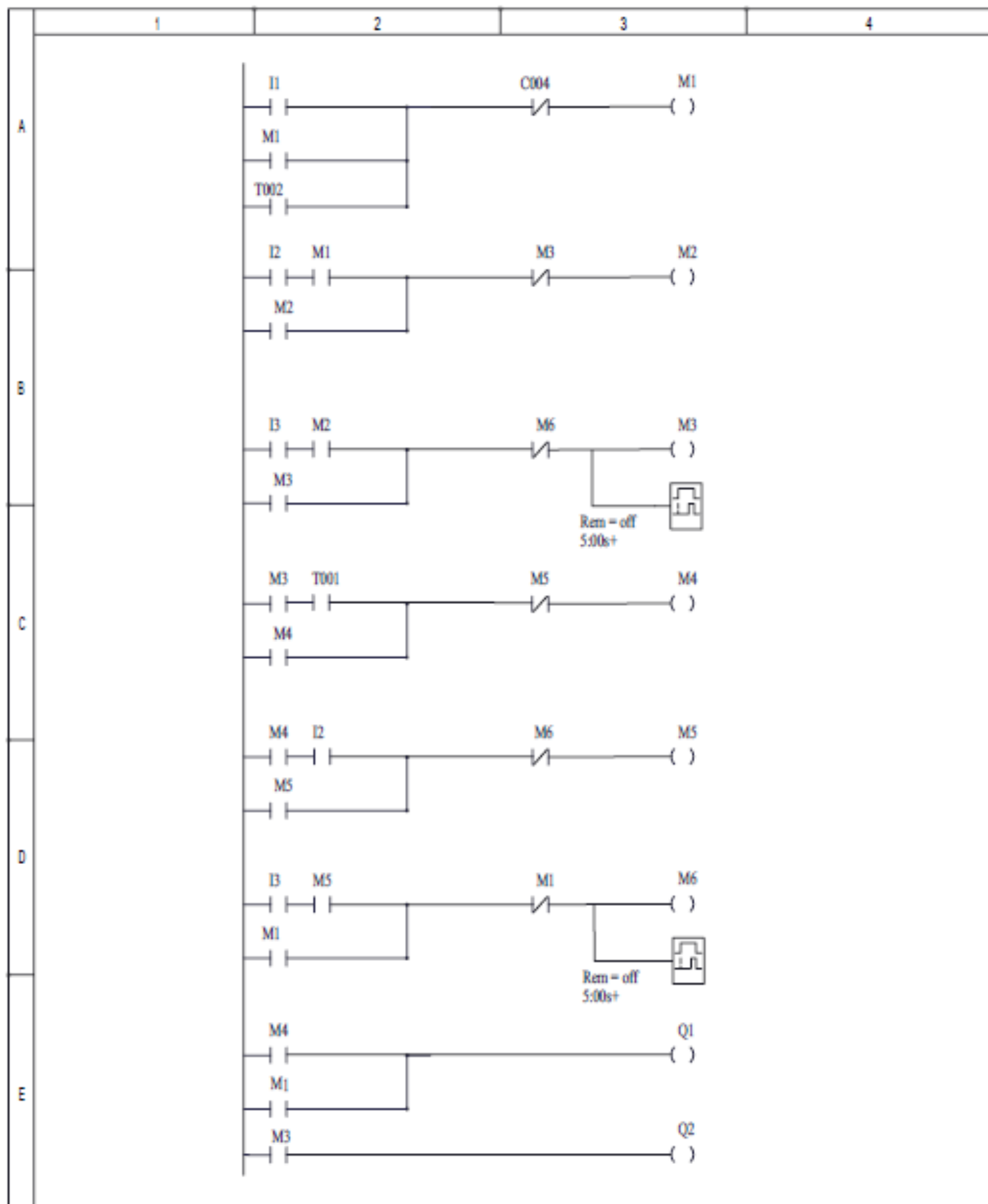



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
						Aluminio	
				Fecha:	Nombre:	Titulo:	
				Dib. 28/07/11	NAVARRETE L	Actuador neumatico ϕ 50	
				Rev. 15/08/11	ING. ESCOBAR	Escala:	
				Apr. 15/08/11	ING. ESCOBAR	1:2	
				UTA Ing. Mecánica		Número de lamina:	08
						PROPIEDADES	

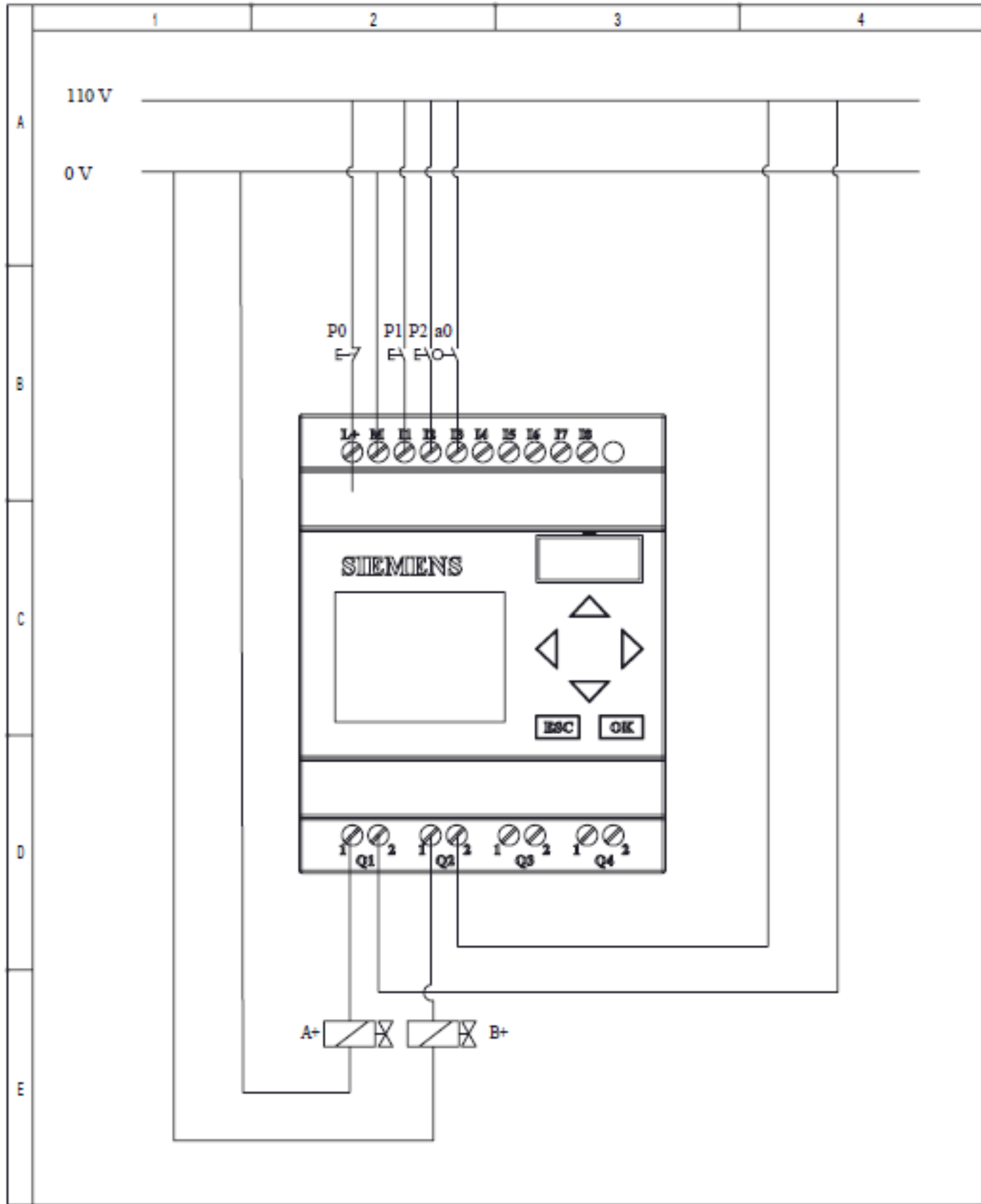




				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				Fecha:	Nombre:	Título:	Escala:
				Dib. 28/07/11	NAVARRETE L	Circuito Neumatico	1:1
				Rev. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				Apr. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				UTA Ing. Mecánica		Número de lamina: 09	
Edición	Modificación	Fecha	Numero	PROPIEDADES			



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:		
				Fecha:	Nombre:	Título: Circuito de control		Escala:
				Dib. 28/07/11	NAVARRETE L			1:2
				Rev. 15/08/11	ING. ESCOBAR			
				Apr. 15/08/11	ING. ESCOBAR			
				UTA Ing. Mexico		Número de lamina: 10		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre:	PROPIEDADES				



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				Fecha:	Nombre:	Título:	Escala:
				Dib. 28/07/11	NAVARRETE L	Circuito de potencia	1:1
				Rev. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				Apr. 15/08/11	ING. ESCOBAR		
				UTA Ing. Mecánica		Número de lamina: 11	
Inicio	Modificac:	Fecha:	Nombre:	PROPIEDADES			