



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIA APLICADAS

CARRERA DE INGENIERIA EN MECATRÓNICA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO EN
MECATRÓNICA**

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PINTADO DE BANDA
DE CUERO, POR MEDIO DE PISTOLAS DE PULVERIZACIÓN PARA LA
FÁBRICA GAMACUEROS**

AUTOR:

DIEGO FERNANDO VELASTEGUI CEVALLOS

DIRECTOR:

Ing. ZAMIR MERA

Ibarra- Ecuador

Junio 2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACION DE LA OBRA

La **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE** dentro del proyecto **Repositorio Digital Institucional** determinada la necesidad de disponer textos completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual se pone a disposición la siguiente información.

DATOS DE AUTOR	
Cedula de identidad	1003301981
Apellidos y Nombres	Velastegui Cevallos Diego Fernando
Dirección	Priorato, Calle Puruhanta 1-100
E-mail	diegu.dvs@gmail.com
Teléfono fijo	062580402
Teléfono móvil	0959417576
DATOS DE LA OBRA	
Título	Diseño y construcción de una máquina para pintado de banda de cuero, por medio de pistolas de pulverización para la fábrica Gamacueros
Autor	Diego Fernando Velastegui Cevallos
Fecha	Febrero 2014
Programa	Pregrado
Director	Ing. Zamir Mera

2. AUTORIZACION DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Diego Fernando Velastegui Cevallos con cedula de identidad No 10033301981, en calidad de autor del trabajo de grado descrito a continuación, hago entrega del ejemplar en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 114.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

CONSTANCIAS

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

Ibarra, 04 de Mayo del 2015

AUTOR

Diego Fernando Velastegui Cevallos

1003301981



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Diego Fernando Velastegui Cevallos, con Cedula de identidad Nro 1003301981, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PINTADO DE BANDA DE CUERO, POR MEDIO DE PISTOLAS DE PULVERIZACION PARA LA FÁBRICA GAMACUEROS, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultado para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 04 de Mayo del 2015.

Diego Fernando Velastegui Cevallos

1003301981



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

El señor Diego Fernando Velastegui Cevallos ha trabajado en su totalidad en el desarrollo del proyecto de tesis **"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PINTADO DE BANDA DE CUERO, POR MEDIO DE PISTOLAS DE PULVERIZACION PARA LA FÁBRICA GAMACUEROS"**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica, trabajo que lo realizo con interés profesional y responsabilidad, es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. Zamir Mera

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Diego Fernando Velastegui Cevallos, con la cedula de identidad Nro 1003301981, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte- Ibarra, según lo establecido por la Ley de propiedad intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional vigente.

AUTOR

Diego Fernando Velastegui Cevallos

1003301981



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi inspiración y fortaleza en todo este reto, quien fue mi ayuda para culminar la carrera, a mis padres y hermanos por ser el apoyo innegable en todo momento, y a compañeros y amigos que también fueron de apoyo y aliento.

Gracias doy por cada abrazo por cada palabra de ánimo que ha sostenido mi vida.

Diego Fernando Velastegui Cevallos



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi Dios que me sostuvo dándome de su presencia, aliento de vida y fuerza, a mis padres que con su amor y apoyo incondicional me hicieron sentir seguro y fortalecido para continuar en este reto y aquellos que creyeron en mi dándome sus palabras de aliento.

Diego Fernando Velastegui Cevallos

INDICE GENERAL

Contenido

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE.....	II
CONSTANCIAS.....	III
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	¡Error! Marcador no definido.
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	¡Error! Marcador no definido.
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	¡Error! Marcador no definido.
INDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XVII
RESUMEN.....	XIX
SUMMARY	XX
CAPITULO 1	1
MARCO TEORICO	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. ALCANCE.....	1
1.4. OBJETIVOS.....	2
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
1.5. EL CUERO	2
1.6. LA PIEL.....	3
1.6.1. ESTRUCTURA HISTOLOGICA DE LA PIEL	3
1.6.2. DIVISION DE LA SUPERFICIE DE LA PIEL	3

1.6.3.	DIVISION DE LA PIEL PARA EFECTO DE TRABAJO INDUSTRIAL Y ARTESANAL.....	4
1.7.	PROCESO DE PRODUCCION.....	5
1.7.1.	PROCESO PRODUCTIVO DE LA CURTIEMBRE.....	5
1.8.	ACABADO.....	11
1.8.1.	TIPOS DE ACABADO.....	11
1.8.2.	ACABADO SEGÚN LA TECNICA.....	11
1.9.	MAQUINA DE PINTAR A TRAVES DE PISTOLAS DE PULVERIZACION.....	13
1.10.	COMPOSION DEL PRODUCTOS PARA EL ACABADO.....	14
1.10.1.	PIGMENTACION (CAPAS DE EFECTOS O CONTRASTE).....	14
1.10.2.	LACADO PRENSA.....	14
1.11.	PISTOLAS DE PINTADO POR PULVERIZACION LPLV.....	14
1.11.1.	MODO DE USO.....	15
1.12.	ELEMENTOS MECÁNICOS.....	16
1.12.1.	CINTAS TRASPORTADORAS.....	16
1.12.2.	COMPONENTES DE UNA CINTA TRASPORTADORA.....	17
1.13.	TRANSPORTADOR POR CABLES DE ACERO.....	18
1.14.	NEUMÁTICA.....	18
1.14.1.	AIRE COMPRIMIDO.....	19
1.14.2.	PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO.....	19
1.14.3.	COMPONENTES DE UN SISTEMA NEUMATICO.....	20
1.15.	ELEMENTOS DE CONTROL.....	23
1.15.1.	PLC SIEMENS LOGO! 0BA6.....	23
1.15.2.	MODULO EXPANSIÓN DM8 12/24VDC.....	23
1.15.3.	VARIADOR DE FRECUENCIA.....	23
1.16.	CONTACTOR.....	24
1.17.	RELE TERMICO.....	25
2.	CAPITULO 2.....	26
	DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS.....	26
2.1.	INTRODUCCION.....	26
2.2.	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	26
2.2.1.	PARAMETROS DE DISEÑO.....	26
2.2.2.	SELECCIÓN DEL FACTOR DE DISEÑO.....	27
2.2.3.	DISEÑO PRELIMINAR DE LA ESTRUCTURA.....	27
2.2.4.	DISTRIBUCION DE LAS CARGAS.....	28

2.2.5.	SELECCION DE PERFIL PARA LA ESTRUCTURA.....	28
2.2.6.	ANALISIS DE PANDEO DE LOS PARANTES DE LA ESTRUCTURA.....	34
2.3.	DISEÑO DE LA CINTA TRASPORTADORA.....	37
2.3.1.	FUNCIONES	37
2.3.2.	PARAMETROS.....	37
2.3.3.	DISEÑO PRELIMINAR.....	37
2.3.4.	CARGA A TRASPORTAR	38
2.3.5.	PESO DE LA CINTA TRASPORTADORA	38
2.3.6.	CAPACIDAD DE TRANSPORTE	38
2.4.	SELECCIÓN DE MOTOR DE LA CINTA TRASPORTADORA.....	38
2.4.1.	DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	38
2.4.2.	CARGA DE ESFUERZO PARA MOVER BANDA EN VACIO.....	39
2.4.3.	CARGA DE ESFUERZO NECESARIO PARA MOVER MATERIAL.....	40
2.4.4.	POTENCIA ABSORBIDA POR LA CINTA TRASPORTADORA.....	41
2.4.5.	TORQUE NECESARIO PARA MOVER LA CINTA TRANSPORTADORA.....	42
2.5.	DISEÑO DE LOS TAMBORES.....	42
2.5.1.	FUNCIONES	42
2.5.2.	PARAMETROS.....	42
2.5.3.	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.....	42
2.5.4.	DISTRIBUCION DE CARGAS EN TAMBORES DE CINTA.....	43
2.5.5.	ANALISIS DE REACCIONES Y MOMENTO MAXIMO EN EL EJE XY	43
2.5.6.	REACCIONES Y MOMENTOS MAXIMO EN EL EJE XZ	44
2.5.7.	CALCULOS DE FUERZAS CORTENTES.....	44
2.5.8.	CALCULO DE DIAMETRO DEL EJE	44
2.6.	SELECCIÓN DE BANDAS EN V.....	47
2.6.1.	SELECCIÓN DE BANDA EN V PARA LA TRANSMISIÓN DE LA CINTA TRANSPORTADORA 47	
2.6.2.	SELECCIÓN DE BANDA EN V PARA MANGA DE PINTURA.....	51
2.7.	CAMARA DE PINTURA	56
2.7.1.	ESTRUCTURA DE CAMARA DE PINTURA	56
2.7.2.	MANGA DE PINTURA.....	57
2.7.3.	SELECCIÓN DE PISTOLAS DE PULVERIZACION.....	58
2.7.4.	DISEÑO DE SISTEMA NEUMATICO DE ACCION DE PISTOLAS.....	58
2.7.5.	DIFERENCIADOR DE FLUIDOS GIRATORIO	63

3. CAPITULO 3	66
DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACION	66
3.1. INTRODUCCION	66
3.2. SELECCIÓN DE ELECTROVALVULA PARA AIRE.	66
3.3. SELECCIÓN DE MOTOR REDUCTOR DE LA MANGA DE PINTURA	67
3.4. SELECCIÓN DE CONTACTOR PARA MOTOR DE MANGA DE PINTURA	68
3.5. SELECCIÓN DE RELE TERMICO PARA PROTECCION DEL MOTOR DE MANGA	68
3.6. ACONDICIONAMIENTO DE SENSOR DE PRESENCIA DE INICIO DE PROCESO	69
3.6.1. DISEÑO DE CIRCUITO	69
3.7. SELECCIÓN DE MOTOR REDUCTOR PARA CINTA TRASPORTADORA	70
3.8. SELECCIÓN DE VARIADOR DE FRECUENCIA PARA MOTOR DE CINTA	
TRASPORTADORA.....	71
3.9. DESCRIPCION Y SELECCIÓN DEL SISTEMA CONTROL.....	72
3.9.1. FLUJOGRAMA DE LA SECUENCIA DE CONTROL	72
3.9.2. SELECCIÓN DEL CONTROLADOR	72
3.9.3. RELE DE INTERFAZ.....	73
3.9.4. FUENTE DE VOLTAJE DC DELTA.....	74
3.9.5. ELEMENTOS DE PANEL CONTROL	75
3.10. AUTOMATIZACION DE LA MAQUINA.....	76
3.10.1. SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA	77
3.10.2. DIAGRAMA GRAFCET	78
4. Capítulo 4	79
IMPLEMENTACION DE LA MAQUINA DE PINTADO DE CUERO.....	79
4.1. DIAGRAMA DE CONTRUCCION.....	79
4.2. FUNCIONAMIENTO	79
4.3. CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL.....	80
4.3.1. MATERIALES	80
4.3.2. CONSTRUCCIÓN	81
4.4. CONSTRUCCIÓN DE CINTA TRANSPORTADORA	81
4.4.1. INSTALACIÓN DE TAMBORES.....	81
4.4.2. ENSAMBLE DE PIOLAS DE NYLON	82
4.4.3. MONTAJE DE MOTOR	83
4.4.4. INSTALACION DE POLEA Y BANDA EN V.....	84

4.4.5.	PROTECTOR DE BANDA.....	84
4.5.	CONSTRUCCION DE CAMARA DE PINTURA.....	85
4.5.1.	ESTRUCCTURA DE LA CAMARA DE PINTURA	85
4.5.2.	INSTALACION DE DIFERENCIADOR DE FLUIDOS.....	86
4.5.3.	MANGA DE PINTURA.....	86
4.5.4.	MOTOR DE MANGA	87
4.5.5.	INSTALACION DE POLEA Y BANDA EN V.....	87
4.5.6.	PISTOLAS DE PULVERIZACION.....	89
4.5.7.	INSTALACION DE ELECTROVALVULA DE AIRE	89
4.5.8.	TUBERIA DE AIRE Y PINTURA	90
4.6.	CONTRUCCION DE SISTEMA DE CONTROL.....	91
4.6.1.	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL.....	92
4.6.2.	ENSAMBLE DE ELEMENTOS.....	93
4.6.3.	SENSOR DE PRESENCIA	93
4.7.	PRUEBAS Y AJUSTES.....	94
4.7.1.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE ELEMENTOS DE CONTROL.....	94
4.7.2.	PRUEBA DE MOTORES.....	95
4.7.3.	PRUEBA DE SENSOR DE PRESENCIA	95
4.7.4.	AJUSTE DE PRESION DE AIRE.....	95
4.7.5.	AJUSTE DE PISTOLAS DE PULVERIZACION.....	96
	CONCLUSIONES.....	97
	RECOMENDACIONES	98
	BIBLIOGRAFIA.....	99
	ANEXO 1	100
	Manual de usuario y mantenimiento de la maquina	100
	ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD 1	102
	COMPONENTES DE LA MAQUINA 2.....	102
	DESCRIPCION DE LOS INDICADORES 4.....	102
	DETALLES DE LOS COMPONENTES 3.....	102
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA 4	102
	INDICADORES DEL PANEL DE CONTROL 3.....	102
	INSTALACIÓN Y ALINEACIÓN 4.....	102
	INTRODUCCION 2.....	102
	MANTENIMIENTO 8	102

ANEXO 2	99
Diagrama neumático del aire	99
ANEXO 3	100
Diagrama eléctrico de toda la máquina de pintado	100
ANEXO 4	101
Programación PLC.....	101
ANEXO 5	104
Especificaciones de Variador Yaskawa.....	104
ANEXO 6	107
Planos	107
ANEXO 7	108
TABLAS	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Piel de animales	2
Figura 2. Estructura etimológica de la piel	3
Figura 3. División superficial de la piel.....	4
Figura 4. Piel completa denominada: hoja entera	4
Figura 5. Media piel denominada: banda o media banda.....	4
Figura 6. Proceso productivo de la curtiembre.....	5
Figura 7. Piel Cruda	6
Figura 8. Remojo.....	6
Figura 9. Pelambre.....	7
Figura 10. Descarnado con maquina	7
Figura 11. Planta de curtido	8
Figura 12. Máquina de escurrir	8
Figura 13. Máquina de dividir en tripa.....	9
Figura 14. Máquina de rebajar	9
Figura 15. Proceso de recurtido.....	10
Figura 16. Máquina de Teñir continúa	10
Figura 17. Cámara de secado.....	10
Figura 18. Principio de trabajo de Pistola de pulverización.....	12
Figura 19. Esquema soplete Air- less	12
Figura 20. Máquina de Pintado de Cuero	13

Figura 21. Cinta transportadora de cables de acero	18
Figura 22. Tipos de compresores	20
Figura 23. Filtro estándar	21
Figura 24. Regulador de presión estándar.....	21
Figura 25. Lubricador proporcional.	22
Figura 26. Plc Siemens	23
Figura 27. Diagrama de funcionamiento de un variador de frecuencia.....	24
Figura 28. Contactor eléctrico	24
Figura 29. Relé térmico	25
Figura 30. Distribución de Cargas	28
Figura 31. Diagrama de corte y momento de la Viga AB	29
Figura 32. Diagrama de Fuerzas cortante y momentos de la viga BC.....	30
Figura 33. Diagrama de fuerzas cortante y momentos de la viga DE	31
Figura 34. Diagrama de fuerzas cortante y momentos	32
Figura 35. Diseño preliminar de banda trasportadora.....	37
Figura 36. Cargas en tambores de cinta trasportadora	43
Figura 37. Análisis en MD Solid de las cargas en el eje XY	43
Figura 38. Análisis en MD Solid de las cargas en el eje XZ.....	44
Figura 39. Concentración de esfuerzo ante flexión con ranura redonda	46
Figura 40. Estructura de cámara de pintado.....	57
Figura 41. Manga de pintura	57
Figura 42. Tipo de revestimiento de tuberías.....	59
Figura 43. Tubería Galvanizada	59
Figura 44. Esquema de diseño de sistema Neumático	61
Figura 45. Pieza Macho del Diferenciador	64
Figura 46. Pieza hembra del diferenciador	65
Figura 47. Diferenciador ensamblado.....	65
Figura 48. Diferenciador de Fluidos desarrollado	65
Figura 49. Electroválvula QVS-38	67
Figura 50. Ensamble de Contactor y relé térmico.....	69
Figura 51. Esquema de circuito acondicionador de LDR	69
Figura 52. Circuito desarrollado.....	70
Figura 53. Flujograma de funcionamiento de la maquina.....	72
Figura 54. PLC Logo.....	73
Figura 55. Relé de Interfaz Telemecanique.....	74
Figura 56. Fuente de Voltaje Delta.....	75
Figura 57. Panel de control.....	76
Figura 58. Diagrama Grafcet de la maquina.....	78
Figura 59. Diagrama de construcción	79
Figura 60. Tubo estructural.....	80
Figura 61. Tambor conducido	81
Figura 62. Instalación sobre chumacera de pared.....	82
Figura 63. Instalación de piolas de nylon	82
Figura 64. Templado de piolas de nylon	83
Figura 65. Instalación de motor trifásico de cinta.....	83

Figura 66. Instalación de polea y banda en V	84
Figura 67. Protector de banda y polea.....	85
Figura 68. Cámara de pintado	85
Figura 69. Diferenciador de fluidos.....	86
Figura 70. Manga de pintura instalada	86
Figura 71. Motor de manga ensamblado.....	87
Figura 72. Instado de polea	88
Figura 73. Puesta de bandas en V	88
Figura 74. Pistola de pulverización	89
Figura 75. Electroválvula instalada.....	90
Figura 76. Tubería de aire conectada.....	90
Figura 77. Tubería de pintura (color rojo).....	91
Figura 78. Diagrama de ensamble de sistema de control	93
Figura 79. Sensor de presencia ensamblado	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Preparación de Pigmentos	14
Tabla 2. Características técnicas del Módulo DM8 12/24 VDC	23
Tabla 3. Descripción de cargas que soporta la estructura	26
Tabla 4. Factores de Diseño para materiales dúctiles	27
Tabla 5. Características de Pistola de Pulverización LPLV Porten	58
Tabla 6. Caudal total de aire en pistolas	60
Tabla 7. Presión total de aire en pistolas.....	60
Tabla 8. Parámetros de selección de compresor	63
Tabla 9. Características Mecánicas del Diferenciador de fluidos	63
Tabla 10. Prueba de Presión.....	64
Tabla 11. Prueba de paso de fluido.....	64
Tabla 12. Parámetros reales para la selección.....	66
Tabla 13. Características Electroválvula QUALITY	66
Tabla 14. Parámetros de diseño para motor reductor de manga.....	67
Tabla 15. Características de Moto reductor CSM.....	67
Tabla 16. Características de motor de manga de pintura.....	68
Tabla 17. Características de Contactador LS	68
Tabla 18. Parámetros del Relé Térmico LS.....	68
Tabla 19. Parámetros de diseño para motor reductor de manga.....	70
Tabla 20. Características de Moto reductor	71
Tabla 21. Características de Motor reductor de cinta transportadora.....	71
Tabla 22. Características de Variador de frecuencia.	71
Tabla 23. Características de Relé interfaz Telemecanique.....	74
Tabla 24. Potencias consumidas por los elementos de control.....	74
Tabla 25. Características Fuente de Voltaje Delta	75
Tabla 26. Descripción de los elementos del panel de control y sus funciones	76

Tabla 27. Descripción de las entradas y salidas del PLC Logo.....	77
Tabla 28. Tubo estructural 50x50x1.5mm.....	80
Tabla 29. Tubería galvanizada para aire.....	90
Tabla 30. Manguera para pintura H11506	91
Tabla 31. Elementos de control	92
Tabla 32. Actuadores eléctricos.....	92
Tabla 33. Materiales de sensor de presencia.....	94
Tabla 34. Prueba de funcionamiento de elementos de panel de control	95
Tabla 35. Prueba de motores.....	95
Tabla 36. Ciclos de activación de sensor de presencia.....	95
Tabla 37. Sumatoria de presiones del sistema	96
Tabla 38. Parámetros de ajuste de las pistolas de pulverización.....	96

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Esfuerzo de Von Mises.....	33
Ecuación 2. Esfuerzo concentrado.....	33
Ecuación 3. Relación de Esbeltez	35
Ecuación 4. Radio de Giro de sección transversal	35
Ecuación 5. Longitud efectiva	35
Ecuación 6. Relación de esbeltez.....	36
Ecuación 7. Ecuación de J. B. Johnson	36
Ecuación 8. Carga admisible de la columna.....	36
Ecuación 9. Peso de cinta transportadora.....	38
Ecuación 14. Velocidad de cinta.....	39
Ecuación 10. Carga de esfuerzo en vacío	39
Ecuación 11. Peso total de cinta transportadora.....	40
Ecuación 12. Suplemento Ficticio de longitud.....	40
Ecuación 13. Carga de esfuerzo con material.....	40
Ecuación 15. Carga de material.....	40
Ecuación 16. Potencia absorbida en vacío	41
Ecuación 17. Potencia absorbida con material	41
Ecuación 18. Torque absorbida por la cinta transportadora	42
Ecuación 19. Diámetro por esfuerzo concentrado.....	44
Ecuación 20. Energía de distorsión	45
Ecuación 21. Esfuerzo concentrado.....	45
Ecuación 22. Esfuerzo concentrado máximo	45
Ecuación 23. Sección de tubo hueco.....	45
Ecuación 29. Potencia de servicio.....	47
Ecuación 30. Relación de transmisión.....	48
Ecuación 31. Diámetro Polea conductora	48
Ecuación 32. Relación de Velocidad y Diámetro	48
Ecuación 33. Distancia entre centros.....	49

Ecuación 34. Longitud de Banda en V	49
Ecuación 35. Distancia entre centros corregido.....	49
Ecuación 36. Angulo de contacto en poleas.....	50
Ecuación 37. Potencia de poleas corregida.....	50
Ecuación 38. Inercia Efectiva	51
Ecuación 39. Torque absorbida por manga de pintado	52
Ecuación 40. Potencia absorbida por manga de pintado	52
Ecuación 41. Potencia real de banda en V	53
Ecuación 42. Relación de Transmisión de Manga de pintado.....	53
Ecuación 43. Diámetro de polea conductora de Manga	53
Ecuación 44. Relación de Diámetro y Velocidad	54
Ecuación 45. Límites de distancia entre centros.....	54
Ecuación 46. Longitud de correa de Manga de pintado	54
Ecuación 47. Distancia entre centros real.....	55
Ecuación 48. Angulo de Contacto de poleas de manga.....	55
Ecuación 49. Potencia Corregida de Manga	56
Ecuación 50. Velocidad de Fluido	61
Ecuación 51. Número de Reynolds.....	62
Ecuación 52. Ecuación de Bernoulli.....	62

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PINTADO DE BANDA DE CUERO, POR MEDIO DE PISTOLAS DE PULVERIZACION PARA LA FÁBRICA GAMACUEROS

Autor: Diego Velastegui

Tutor: Ing. Zamir Mera

RESUMEN

El presente trabajo forma parte de la investigación de implementar y demostrar la utilidad del desarrollo de una maquina pintadora de bandas de cuero, para la industria de tenería del cuero; demostrar la eficiencia y calidad que se obtiene al utilizar sistemas de pintado por pulverización.

El objetivo principal de este proyecto es pintar de manera automática y continua bandas de cuero, además obtener eficiencia en la aplicación de pintura y reducción de trabajo en horas hombre, en especial reducir el riesgo de trabajo por aspiración de productos químicos por la pulverización.

La implementación de la máquina de pintado de bandas de cuero inicia en el diseño y dimensionamiento de cada uno de los sistemas que la componen, el dimensionamiento mecánico en la selección correcta de los materiales de construcción, el dimensionamiento electrónico en la selección de los elementos de control sensores, actuadores, en el ensamble del panel, y conexiones eléctricas.

Realizados cada uno de los ensambles mecánicos y conexiones eléctricas se realiza las pruebas de funcionamiento y se comprueba que la maquina realice de manera eficiente el pintado de las bandas de cuero.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MACHINE PAINTED LEATHER BELT, BY SPRAYING FOR GUNS FACTORY GAMACUEROS

Author: Diego Velastegui

Tutor: Ing. Zamir Mera

SUMMARY

This work is part of research to implement and demonstrate the usefulness of developing a machine painted leather bands for the leather tanning industry; demonstrate the efficiency and quality you get when using spray painting systems.

The main objective of this project is to paint automatically and continuously leather bands also get efficiency in the application of paint and reduction of man-hours work, especially work to reduce the risk of aspiration of chemicals for spraying.

The implementation of the painting machine leather bands begins in the design and dimensioning of each of its component systems, mechanical dimensioning proper selection of construction materials, electronic sizing in the selection of sensor elements control actuators in the panel assembly, and electrical connections.

Performed each of the mechanical and electrical connections assemblies performance testing is done and checked the machine perform efficiently painted leather bands.

CAPITULO 1

MARCO TEORICO

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad dentro de las empresas de producción, se ha desarrollado una necesidad de mejorar las técnicas de producir sus productos: de procesos manuales y repetitivos a automáticos y versátiles.

En tanto es allí donde la mano de la ingeniería en Mecatrónica entra a dar su aporte, para automatizar procesos y mejorar la calidad del producto final.

Por lo cual se ha incursionado dentro de las mismas para desarrollar el siguiente proyecto, el cual se enfoca en la industria de curtido y acabado del cuero, teniendo como necesidad desarrollar una máquina que ayude a automatizar el proceso de acabado del cuero.

1.2. PLANTEO DEL PROBLEMA

Actualmente en la fábrica GAMACUEROS el pintado de las piezas de cuero se lo realiza de manera manual utilizando una pistola de pulverización a gravedad; por lo que se desea construir una máquina que realice este proceso automáticamente.

Este proceso de pintura toma mucho tiempo al operador y además resulta perjudicial a su salud ya que se produce una nube de pintura que puede ser aspirada.

Para reducir este tipo de problemas se construirá una máquina que pinte las bandas de cuero, usando el mismo método de pulverización, cubriendo todo el ancho de la banda en un solo abanico, asegurando un correcto pintado en menos tiempo y además obteniendo más rendimiento al pintar varias hojas de cuero reduciendo la aspiración de pintura.

El desarrollo de esta máquina suplirá las necesidades que la fábrica GAMACUEROS lo requiere, asegurando su correcto funcionamiento para todo su proceso.

1.3. ALCANCE

La máquina realizara el trabajo de pintado, para bandas de cuero, por lo cual utilizaremos pistolas de pintado por pulverización unidas en línea sobre una estructura para cubrir todo el ancho de la banda de cuero.

Las pistolas se accionaran por aire, obteniendo la acción de todas al mismo tiempo. Además se afinaran las perillas de control de caudal de pintura, que podrán ser reguladas por el operador de manera manual que será movido de acuerdo a la compensación que el operador requiera al pintar.

Para el movimiento de las bandas de cuero a través de la máquina, para ser pintadas, se usará una banda transportadora, la cual será de un material específico para evitar en lo más posible la adherencia de la pintura a la banda, para su limpieza usaremos un limpia banda.

Todo el proceso se controlará a través de un micro PLC, este se encargara de regular la velocidad de la banda transportadora, de acuerdo al tipo de pintado que el operador establezca, mediante un seleccionador ubicado en el panel de controles

Para cada tipo de pintado es necesario una velocidad de la banda trasportadora, la que controlaremos a través de un variador de frecuencia, comunicado con el micro PLC que enviara la señal de acuerdo a la selección que realice el operador.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Optimizar el proceso de pintura de cuero en tiempo de trabajo y consumo de pintura para aumentar la producción, por medio de la construcción de una máquina para pintado de banda de cuero.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener los parámetros de funcionamiento como: tipo de pistola, composición de la pintura, distancias entre elementos y velocidades.
- Diseñar todos los elementos constitutivos de la máquina.
- Construir un sistema de control para los diferentes tipos de pintado que realizara la máquina.
- Ensamblar la máquina, elementos mecánicos, sistema de control y actuadores
- Realizar las pruebas de funcionamiento.
- Elaborar un manual de operación, calibración y mantenimiento de la máquina.

1.5. EL CUERO

“El cuero proviene de una capa de tejido que recubre a los animales y que tiene propiedades de resistencia y flexibilidad bastante apropiadas para su posterior manipulación. La capa de piel es separada del cuerpo de los animales, se elimina el pelo o la lana, salvo en los casos que se desee conservar la cobertura pilosa y posteriormente es sometida a un proceso de curtido. El cuero es la materia prima que se emplea para diferentes productos”. (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 1. Piel de animales

Fuente: cordobacapital.olx.com.ar

1.6. LA PIEL

“La piel constituye el revestimiento de los animales superiores. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta de pelos o lana y formada por varias capas superpuestas. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, por lo tanto reflejará en ella muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.6.1. ESTRUCTURA HISTOLÓGICA DE LA PIEL

“La estructura histológica de una piel se diferencia de unas especies a otras y aún en un mismo animal, dependiendo de la parte que se haya tomado como muestra. Dentro de una misma especie, todas las pieles no tienen estructuras idénticas y pueden presentar diferencias profundas por múltiples factores como raza, región de procedencia, condiciones de crianza del animal. Sin embargo, a pesar de las diferencias, la estructura de la piel es fundamentalmente similar para los bovinos, ovinos y equinos. La estructura histológica de la piel se muestra en la siguiente figura.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

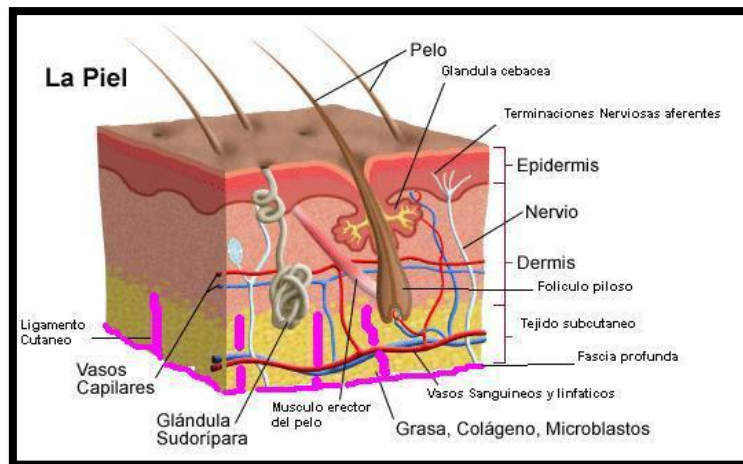


Figura 2. Estructura etimológica de la piel

1.6.2. DIVISION DE LA SUPERFICIE DE LA PIEL

La piel desollada se llama piel fresca o piel en verde. En la piel fresca existen zonas de estructura bastante diferenciadas en lo que tiene que ver con espesor y compacidad. Se pueden diferenciar tres grandes partes:

- a) Crupón
- b) Cuellos
- c) Faldas.

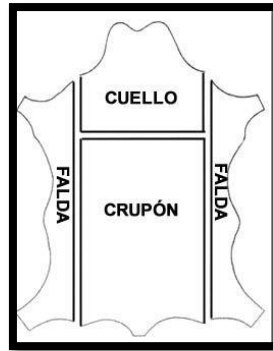


Figura 3. División superficial de la piel
Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.6.3. DIVISION DE LA PIEL PARA EFECTO DE TRABAJO INDUSTRIAL Y ARTESANAL

Dentro del proceso de curtido, la piel se la denomina de diferente manera y se las divide en: hoja y banda para efecto de compra y venta e intercambio dentro del proceso de curtido.

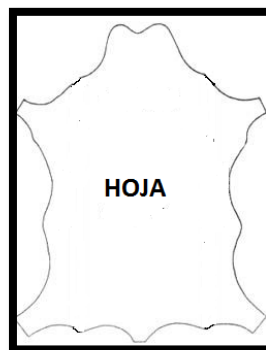


Figura 4. Piel completa denominada: hoja entera
Fuente: Autor

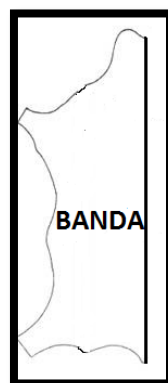


Figura 5. Media piel denominada: banda o media banda
Fuente: Autor

1.7. PROCESO DE PRODUCCION

“El proceso de producción del cuero se inicia en la actividad agropecuaria, donde desde los diferentes sistemas de crianza hasta el mismo abatimiento o matanza pueden resultar en pieles de distintas calidades, imponiendo por lo tanto restricciones al procesamiento del cuero. Para la obtención de buenas pieles antes del curtido se debe considerar los siguientes parámetros.

- a) Manejo adecuada del ganado
- b) Transporte del ganado
- c) Abatimiento o matanza

Como característica general del Flujograma de Curtiembre se puede destacar la presencia de etapas tecnológicas separables. Una curtiembre se puede dividir en grandes sectores, cada uno de los cuales involucran operaciones o procesos diferentes”. (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1. PROCESO PRODUCTIVO DE LA CURTIEMBRE

El proceso productivo es en el cual las pieles son sometidas a una secuencia de procesos, con el fin de transórmalas en cuero.

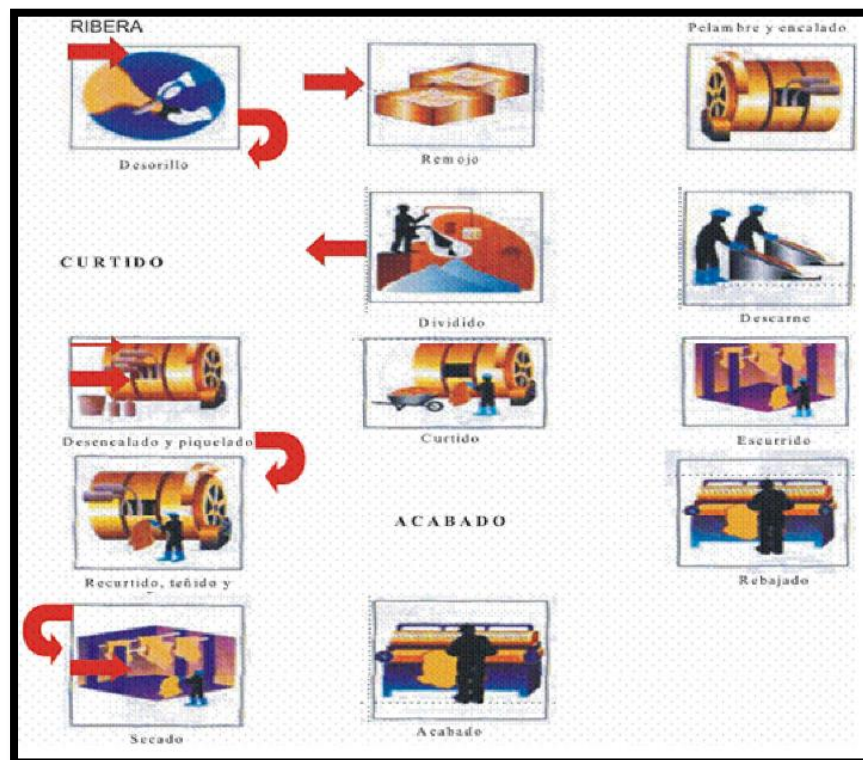


Figura 6. Proceso productivo de la curtiembre

Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.1. PIEL CRUDA

“El objetivo de esta etapa es conocer el procedimiento adecuados para conservar la piel desde que el animal nace hasta el comienzo del proceso en la curtiembre. En este paso las pieles entran en un proceso de salado que ayudan al desangrado, deshidratado y conservar las propiedades de la piel.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 7. Piel Cruda

Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.2. REMOJO

“El remojo es uno de los denominados trabajos de rivera. Las pieles saladas o secas, que llegan, o que están estibadas en las curtiembres tienen un grado de deshidratación muy poco favorable a la reacción con productos curtientes. Antes de la curtición, debe llevarse la piel al estado de hidratación o hinchamiento que tiene en el animal vivo, y se verá que con ello recupera su original flexibilidad, morbidez y plenitud, cambiando adecuadamente la estructura fibrosa, como para facilitar la penetración y absorción de los productos curtientes.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 8. Remojo

Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.3. PELAMBRE Y CALERO

“Luego de la operación de remojo, las pieles suficientemente hidratadas, limpias, con algunas proteínas eliminadas de su estructura, pasan a las operaciones de pelambre y calero, donde fundamentalmente se pretende, por un lado eliminar del corium, la epidermis

junto con el pelo o la lana, y por otro aflojar las fibras de colágeno con el fin de prepararlas apropiadamente para los procesos de curtido.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 9. Pelambre

Fuente: <http://warlog57.wordpress.com/tag/cuero-curtido/>.

1.7.1.4. DESCARNE

“El descarnado es necesario pues en la endodermis (parte de la piel en contacto con el animal) quedan, luego del cuereado, restos de carne y grasa que deben eliminarse para evitar (entre otras consecuencias) el desarrollo de bacterias sobre la piel. Con ello se elimina el tejido subcutáneo (sub-cutis = carne).” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 10. Descarnado con maquina
Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.5. DESENCALADO

“El desencalado sirve para eliminación de la cal (unida químicamente, absorbida en los capilares y almacenada mecánicamente) contenida en el baño de pelambre y para el deshinchamiento de las pieles.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.6. CURTIDO

“La Curtición, es una estabilización de la proteína de la piel por el tratamiento de la misma con un agente curtiente, el cual a través de reacciones químicas, produce un reticulación y da lugar a:

- a) Un aumento de la temperatura de retracción.
 - b) Una mayor estabilidad de la piel frente al tratamiento enzimático.
 - c) Un secado de la misma sin que presente carácter córneo.”
- (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 11. Planta de curtido
Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.7. ESCURRIDO

“Una vez terminado el curtido al cromo es conveniente colocar el cuero sobre caballete para evitar la formación de manchas de cromo y dejarlo en reposo durante 24-48 horas para obtener una coordinación de la sal de cromo. Durante este reposo continúa la coordinación de la sal de cromo con el colágeno y se libera ácido sulfúrico que queda retenido por la piel curtida.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 12. Máquina de escurrir
Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.8. DIVIDIDO

“Esta operación es una operación absolutamente mecánica. Se puede dividir después del pelambre (división en tripa), o después de curtir (en cromo o en azul). En el dividido en tripa

se obtiene un lado de flor más delgado que la piel de que procede y será más fácil realizar las operaciones químicas que siguen al mejorar la penetración de los productos. Se logra una mejor calidad del cuero terminado y mayor superficie al existir una menor tendencia al encogimiento en la curtición.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 13. Máquina de dividir en tripa
Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.9. REBAJADO

“En esta operación se ajusta el espesor del cuero a lo deseado. El objetivo principal es conseguir cueros a una espesura uniforme, tanto en un cuero específico como en un lote de cueros. Con el rebajado se pretende igualar el espesor del cuero y dejarlo, definitivamente a un grosor determinado.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 14. Máquina de rebajar
Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.10. RECURTIDO

“El recurtido es el tratamiento del cuero curtido con uno o más productos químicos para completar el curtido o darle características finales al cuero que no son obtenibles con la sola curtición convencional, un cuero más lleno, con mejor resistencia al agua, mayor blandura o para favorecer la igualación de tintura.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 15. Proceso de recurtido

Fuente: <http://www.friendsaleather.com.pk>

1.7.1.11. TEÑIDO

“El teñido consiste en un conjunto de operaciones cuya finalidad es conferirle al cuero determinada coloración, ya sea superficialmente, en parte del espesor o en todo el espesor para mejorar su apariencia, adaptarlo a la moda e incrementar su valor” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO).

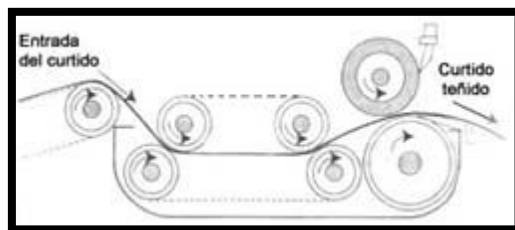


Figura 16. Máquina de Teñir continúa

Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.12. SECADO

“Al llegar a este punto, el cuero se halla impregnado en agua, que fue el vehículo de todas las operaciones anteriores, por lo que pesa el triple de lo que pesa estando seco y el secado consiste en evaporar gran parte del agua que contiene hasta reducir su contenido al 14% aproximadamente.” (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)



Figura 17. Cámara de secado

Fuente: (UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO)

1.7.1.13. MEDICIÓN

La industria del curtido comercializa los cueros por superficie, salvo en el caso de las suelas que se venden por peso. La medición de la piel depende del estado en el que se encuentra. Se estima que deben controlarse un 3% del número total de pieles para tener una idea exacta de la superficie de todo un lote. Las superficies del cuero se miden en pies cuadrados, pero hay países que manejan metros cuadrados. (1 pie cuadrado=929 cm²). Debido a la forma irregular de los cueros para conocer su superficie se emplean sistemas manuales y también mecanizados. Entre los sistemas manuales podemos citar: Método del cuadro, Recortado sobre papel, y Medición con planímetro.

1.8. ACABADO

“Este es un sector de gran importancia, ya que es donde a las piezas de cuero se les añade el valor agregado.

El acabado de un cuero dependerá del artículo a que se destine.

Las soluciones pigmentarias se pueden aplicar con las máquinas convencionales tales como: felpas, rodillos, cortina, sopletes aerográficos o air-less, o bien con máquinas especiales tales como el sistema transfer y el sistema de película sobre papel.” (Comunidad del Cuero, 2000)

1.8.1. TIPOS DE ACABADO

- A.** Según la técnica
 - A soplete
 - A cortina
- B.** Según los productos
 - Plásticos
 - Charol
- C.** Según su efecto y poder cubriente
 - Pigmentado
 - Dobles tonos
 - Patinados
 -

1.8.2. ACABADO SEGÚN LA TECNICA

“En este tipo la preparación de acabado se pulveriza mediante sopletes, aerográficos o air-less que pueden tener movimiento alternativo, rotativo o lineal. A continuación se describen los diferentes sopletes que son utilizados con este fin.” (Comunidad del Cuero, 2000)

1.8.2.1. SOPLETES DE PULVERIZACIÓN

“Se emplean en todos los tipos de acabado, ya sea como sistema único o combinado con otros, y siempre que las cantidades a aplicar no excedan de los 5-7 gramos por pie cuadrado. Se utilizan cuando se desea la división de las preparaciones del acabado en finísimas gotas y que estas se depositan en la superficie de cuero lo más uniformemente posible. El elemento principal de esta maquinas lo constituye el soplete pulverizador que puede ser automático o manual. “ (Comunidad del Cuero, 2000)

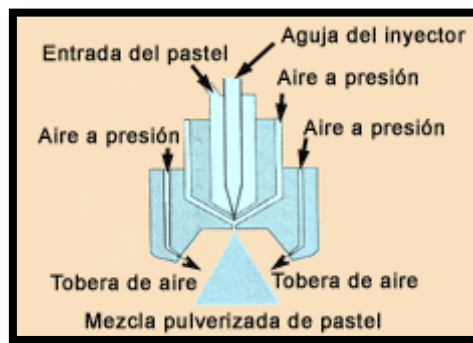


Figura 18. Principio de trabajo de Pistola de pulverización

Fuente: http://www.cueronet.com/terminacion/maquinaria_aplicacionacabado

1.8.2.2. SOPLETE CONVENCIONAL

“Al principio de su funcionamiento está dado por un determinado caudal de aire canalizado a través de una tobera la cual tiene una válvula que abre y cierra el paso del mismo. Mediante la regulación de corriente de aire se varía la dosificación de líquido o pintura.” (Comunidad del Cuero, 2000)

1.8.2.3. SISTEMA DE PULVERIZACIÓN SIN AIRE (SOPLETE AIR-LESS)

“Se basa en que la división del líquido se produce por la propia presión del mismo, exenta de aire. Consta de una bomba que impulsa el líquido a través de una manguera, la que está conectada a una llave de paso con forma de pistola, la cual tiene picos. Las variaciones de caudal o de formas de abanico, se logra mediante el cambio de picos sin accionar ningún mecanismo para tal fin.” (Comunidad del Cuero, 2000)

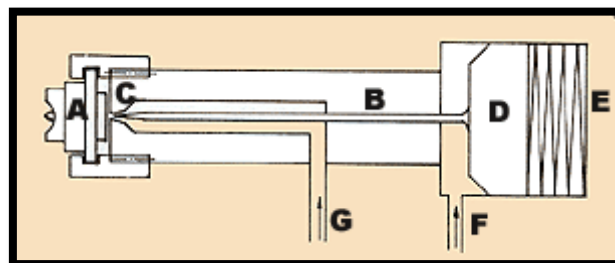


Figura 19. Esquema soplete Air- less

Fuente: http://www.cueronet.com/terminacion/maquinaria_aplicacionacabado

1.9. MAQUINA DE PINTAR A TRAVES DE PISTOLAS DE PULVERIZACION

Son una adaptación del uso del soplete, manteniendo el principio del mismo. En estas máquinas el cuero es llevado sobre una banda transportadora formada por cables. Es importante que la distancia entre cables no sea mayor de 1 cm., puesto que si lo fuera, en el caso de cueros de poco espesor, la presión del soplado formaría ondulaciones al ceder el cuero en los espacios entre cables, lo que provocaría la formación de franjas. Este defecto se acentúa en las aplicaciones de anilinas o pigmentos transparentes. Estos cables además deben ser de monofilamento para facilitar su limpieza con lo cual se evita el manchado del lado de la carne. El cuero así, transportado, pasa por un conjunto de pistolas que se mueven en forma transversal al avance de este. El movimiento de los sopletes cubre toda la superficie del transporte y puede ser realizado en forma circular o de vaivén. La velocidad del transporte del cuero está en relación con el número de sopletes con que esté equipada la máquina y con la velocidad con que se mueven estos. En todos los casos hay que tener especial cuidado con el hecho de que el aire generado en el compresor puede llevar pequeñas variaciones de aceite la cual producirá imperfecciones en el acabado. Para evitarlo se emplean filtros que periódicamente deben ser limpiados.

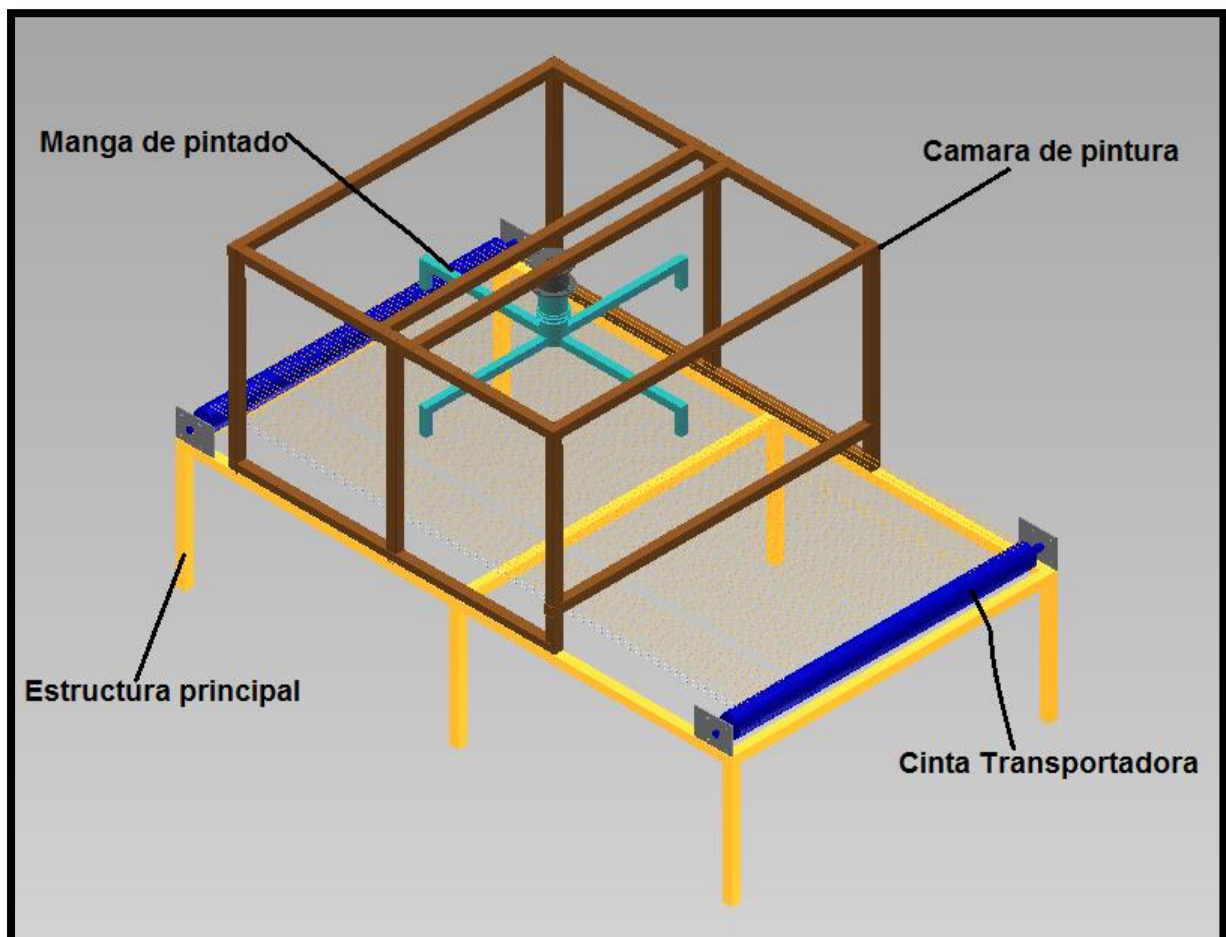


Figura 20. Máquina de Pintado de Cuero
Fuente: Autor

1.10. COMPOSION DEL PRODUCTOS PARA EL ACABADO

Cada composición de los diferentes productos se trabaja en base a un 1kg de peso para la preparación, donde a cada componente se añade una cantidad en gramos de acuerdo a una formula prescrita hasta completar 1kg de preparación. A continuación se describe cada proceso de pintura dentro del acabado, que la Empresa Gamacueros da a las pieles que produce.

1.10.1. PIGMENTACION (CAPAS DE EFECTOS O CONTRASTE)

PRODUCTO	CANTIDAD(gramos)
Pigmento	150
Agua	385
Resina	400
Penetrante	15
Cera	50

Tabla 1. Preparación de Pigmentos

Fuente: Fabrica Gamacueros

1.10.2. LACADO PRENSA

La laca prensa o Hidrolaca es usada para proteger la pigmentación que se da a la piel. A través del prensado aumentar la penetración de los productos y un mejor acabado.

PRODUCTO	CANTIDAD(gramos)
Hidrolaca	1000

1.11. PISTOLAS DE PINTADO POR PULVERIZACION LPLV

“La aplicación del producto mediante equipos aerográficos es el paso final y el más importante de los trabajos de pintura. Por lo tanto, se deberán seguir unos pasos y criterios adecuados para hacerlo de manera más apropiada. También hay que tener en cuenta que cada tipo de pistola tiene unos parámetros distintos de aplicación, no pudiéndose utilizar de la misma forma una pistola convencional que una LVLP o una híbrida. Esto es debido a las diferentes características técnicas que poseen cada uno de esos equipos aerográficos.

- a. *Las pasadas deben efectuarse más cerca de la superficie (a unos 15 - 20 cm). La razón de este cambio es que, al tratarse de equipos que pulverizan a una presión más baja que los convencionales.*
- b. *Como consecuencia de este acercamiento y de la mejor tasa de transferencia, se requiere una mayor rapidez en las pasadas, ya que la cantidad de pintura que se va a*

depositar sobre la superficie es muy superior; de lo contrario, se corre el riesgo de formar descolgados.

- c. Otro aspecto a tener en cuenta es que se utilizan distintas presiones de entrada y salida. Se debe ajustar la presión en la boquilla hasta los 0,7 bar, que suele corresponderse con unos 2 bares de presión a la entrada de la pistola.*
- d. El abanico de este tipo de pistolas es menor que el de las convencionales, causado, en parte, por la menor distancia a la superficie, lo que implica que, para una misma superficie, con una pistola LVLP se realizarán más pasadas.*
- e. El consumo de aire de estas pistolas suele estar entre los 100 y los 200 litros por minutos” (PORTEN, 2015)*

1.11.1. MODO DE USO

A continuación, se realiza una descripción general de los pasos a seguir para una correcta utilización de las pistolas, reflejando las principales diferencias de uso.

1.11.1.1. VERTIDO DEL PRODUCTO

Se comenzará con el vertido del producto en el depósito, suponiendo que previamente se hayan hecho correctamente las mezclas, de acuerdo a la cantidad de producto que se vaya necesitar en la aplicación. Para echar el producto de pintura en el depósito, es conveniente colocar un filtro en la boca de llenado, de forma que se retengan las impurezas del producto.

1.11.1.2. REGULACION DE LA PRESION

La presión de aire comprimido a la entrada de la pistola es un parámetro importante, puesto que puede variar para cada tipo de pistola y se debe ajustar a las condiciones particulares de cada aplicación. Por lo tanto, es importante que, antes de comenzar la aplicación, se apriete el gatillo hasta la primera posición, esto es, hasta la posición en la que únicamente pasa aire, comprobando en el manómetro de entrada la presión que está suministrando la instalación de aire comprimido.

1.11.1.3. REGULACION DE LA PULVERIZACION

Se debe llevar a cabo sobre una probeta de muestra, nunca sobre la pieza a pintar. La regulación consistirá en apretar el gatillo y ver las características de la atomización (patrón de pulverizado). Si se distribuye uniformemente la pintura sobre la superficie de prueba y se delimita bien el patrón de rociado, no hará falta modificación alguna.

Sin embargo, en algunas ocasiones, por el cambio de producto, de las condiciones de la aplicación o por desajustes debidos a su limpieza, puede que la pulverización no sea la idónea, demasiado dispersa o concentrada. En estos casos, se procederá a actuar sobre los pomos de regulación de producto y de abanico, hasta conseguir el patrón de pulverizado deseado.

1.11.1.4. REGLAS DE APLICACIÓN

- a. La pistola debe permanecer en todo momento perpendicular a la superficie sobre la que se va a realizar la aplicación, desplazando la pistola con un movimiento paralelo a la misma y manteniendo siempre una distancia constante entre la pistola y la superficie de trabajo.
- b. La velocidad de desplazamiento a lo largo de la superficie durante el proceso de pintado debe ser uniforme, ya que la pistola proporciona una velocidad y un caudal de pintura constante y, por lo tanto, para lograr una aplicación uniforme de producto sobre la superficie completa.
- c. La aplicación de la pintura puede realizarse de distintas maneras, según varíen parámetros como el color (sólido, metalizado...) o la superficie (horizontal, vertical...); normalmente, se aconseja hacerlo primero de izquierda a derecha y, después, de derecha a izquierda, o viceversa.

1.12. ELEMENTOS MECÁNICOS

1.12.1. CINTAS TRANSPORTADORAS

“Los sistemas de cintas transportadoras se emplean cuando los materiales deben ser desplazados en cantidades relativamente grandes entre posiciones específicas de un rutado fijo. La mayoría de estos sistemas son impulsados mecánicamente; algunos emplean la gravedad para trasladar la carga entre puntos de diferente altura. Estos sistemas tienen comparten los siguientes atributos:

- *Son generalmente mecanizados y a veces automatizados.*
- *Ocupan posiciones fijas, estableciendo las rutas.*
- *Pueden estar montados sobre el suelo o suspendidos del techo.*
- *Casi siempre están limitados a un flujo unidireccional de materiales.*
- *Generalmente mueven cargas discretas, aunque algunos están preparados para cargas voluminosas o continuas.*
- *Pueden emplearse sólo para transporte o para transporte más almacenamiento automático de elementos.*

Una característica común a las cintas transportadoras es que el mecanismo de avance está construido sobre el mismo camino de la cinta. Los elementos transportadores individuales (si se usan carritos u otros receptáculos) no son impulsados individualmente.” (Gómez Estern)

1.12.2. COMPONENTES DE UNA CINTA TRANSPORTADORA.

1.12.2.1. CINTA TRANSPORTADORA

“La función principal de la banda es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta el de descarga, razón por lo cual se la puede considerar el componente principal de las cintas transportadoras; también en el aspecto económico es, en general, el componente de mayor precio.” (Gómez Estern)

1.12.2.2. RODILLOS Y SOPORTES

“Los rodillos son uno de los componentes principales de una cinta transportadora, y de su calidad depende en gran medida el buen funcionamiento de la misma. Si el giro de los mismos no es bueno, además de aumentar la fricción y por tanto el consumo de energía, también se producen desgastes de recubrimientos de la banda, con la consiguiente reducción de la vida de la misma.

La separación entre rodillos se establece en función de la anchura de la banda y de la densidad del material transportado.” (Gómez Estern)

1.12.2.3. TAMBORES

“Los tambores están constituidos por un eje de acero, siendo el material del envolvente acero suave y los discos, ya sea de acero suave o acero moldeado.

La determinación de los diámetros del tambor depende del tipo de banda empleado, el espesor de las bandas o el diámetro del cable de acero, según sea el caso; a su vez estos espesores o diámetros dependen de la tensión máxima en la banda. Por lo tanto el diámetro exterior depende de la tensión en la banda.” (Gómez Estern)

1.12.2.4. TENSORES DE BANDA

“Los Dispositivos de tensado cumplen las siguientes funciones:

- *Lograr el adecuado contacto entre la banda y el tambor motriz.*
- *Evitar derrames de material en las proximidades de los puntos de carga, motivados por falta de tensión en la banda.*
- *Compensar las variaciones de longitud producidas en la banda, estas variaciones son debidas a cambios de tensión en la banda.*
- *Mantener la tensión adecuada en el ramal de retorno durante el arranque.” (Gómez Estern)*

1.12.2.5. BASTIDORES

Los bastidores son estructuras metálicas que constituyen el soporte de la banda transportadora y demás elementos de la instalación entre el punto de alimentación y el de descarga del material.

Se compone de los rodillos, ramales superiores e inferior y de la propia estructura soporte. Los bastidores son el componente más sencillo de las cintas, y su función es soportar las cargas del material, banda, rodillos y las posibles cubiertas de protección contra el viento.

1.12.2.6. REDUCTORES

“Se emplean dos tipos de reductores en las cintas de gran potencia:

- *Reductores Suspendidos:* Son de montaje flotante. Esta disposición presenta la ventaja de precisar un espacio reducido, suprimiendo la alineación entre el tambor y reductor, el inconveniente es el de tener que desmontar el conjunto cuando se tiene que sustituir el tambor.
- *Reductores Clásicos:* Estos reductores son utilizados en las grandes instalaciones. La variante en reducción planetaria presenta la ventaja de un espacio más reducido. Esta disposición con acoplamiento de dientes mecanizados permite, mediante el desacoplamiento, la intervención rápida sobre un grupo y la marcha a bajo régimen del otro grupo, en el caso de un tambor motriz con grupos dobles de accionamiento.” (Santillán Mestanza, 2008)

1.13. TRANSPORTADOR POR CABLES DE ACERO

“Esta es un tipo de cinta formada de cables de acero de un solo hilo, a una separación de aproximadamente 1 cm, de acuerdo a la utilidad, generalmente son utilizadas para la pintura de productos y en este caso de bandas de cuero para los cual se requiere una separación entra cables no máximo de 1cm y cables revestido de un solo hilo para facilitar su limpieza.” (Comunidad del Cuero, 2000)



Figura 21. Cinta transportadora de cables de acero

Fuente: Autor

1.14. NEUMÁTICA

“Pneuma del griego aire además en filosofía es el alma y por lo tanto NEUMÁTICA se define como técnica de usar el aire como vehículo para transmitir energía.” (Automatización Industrial, 2010)

1.14.1. AIRE COMPRIMIDO

1.14.2. PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO

“Algunas ventajas y características que distinguen la utilización del aire comprimido en la industria son:

- *Disponibilidad: El aire esta en cualquier lugar y en cantidades ilimitadas muchas fábricas e instalaciones industriales se encuentra un suministro de aire comprimido centralizado y además compresores portátiles que pueden servir en posiciones más alejadas.*
- *Almacenamiento: en caso de necesitarlo, se puede almacenar en grandes cantidades fácilmente, en el interior depósitos o tanques (diseñados para la actividad) y extraerse a medida que se necesite. Además, estos depósitos pueden ser transportados.*
- *Transporte: El aire puede ser llevado a través de tuberías por grandes distancias*
- *Temperatura: El aire comprimido es relativamente insensible a las fluctuaciones de la temperatura. Esto asegura una operación confiable, aun cuando existan condiciones extremas.*
- *Simplicidad de Control y Diseño: Los componentes neumáticos son de configuración sencilla y se montan fácilmente para proporcionar sistemas automatizados extensos con un control relativamente sencillo.*
- *Elección del Movimiento: El carácter del movimiento puede ser lineal o de rotación angular, con velocidades de funcionamiento preestablecidas como fijas y continuamente variables; pudiéndose estas, regular con facilidad.*
- *Velocidad del Movimiento: El aire comprimido es un medio de trabajo muy rápido. Este permite que se alcancen altas velocidades de trabajo.*
- *Economía: El costo de una instalación de aire comprimido es relativamente bajo, debido al modesto costo de sus componentes. Por otra parte, el mantenimiento es también poco costoso, debido a su larga duración sin apenas averías.*
- *Fiabilidad: la larga duración de los componentes neumáticos, debido a la baja erosividad del medio de trabajo (el aire), trae como consecuencia la elevada fiabilidad del sistema neumático.*
- *Resistencia al Entorno: Al sistema neumático no le afectan los ambientes erosivos, como lo pueden ser: las altas temperaturas, el polvo y las atmosferas corrosivas, que en los otros sistemas fallan.*
- *Seguridad del Trabajo: No existe peligro de incendio en áreas de riesgo elevado y el sistema no se encuentra afectado por sobrecargas, puesto que los actuadores se detienen o simplemente se sueltan. Los actuadores neumáticos no producen calor. En resumen, el aire comprimido no ofrece riesgo de explosión ni incendio.*
- *Limpieza del Entorno: El aire no lubricado, en escape es limpio. Cualquier aire no lubricado que escape a través de las uniones de tubería y componentes, no causan contaminación. Con un adecuado tratamiento del aire de escape, un sistema puede ser instalado según las normas de “sala limpia” (Clean Room).” (Automatización Industrial, 2010)*

1.14.3. COMPONENTES DE UN SISTEMA NEUMATICO

Un sistema neumático consta de varios elementos desde la generación hasta la utilización en los actuadores, en todo sistema es necesario primero tratar el aire con una unidad de mantenimiento, reguladores; luego pasa a los controles que pueden ser neumático o electro neumáticos y como término a los actuadores.

1.14.3.1. COMPRESORES

Este elemento reduce o comprime el volumen de cierta cantidad de aire con lo que aumenta su presión, todo esto por medio de procedimientos mecánicos. Luego de estos procesos el aire ya comprimido posee una significativa energía potencial, por lo que si se eliminaría esta presión hacia el exterior se tendría como resultado la expansión motriz a los actuadores que realizan el trabajo.

1.14.3.2. TIPOS DE COMPRESORES

Los diferentes tipos de compresores por su configuración y funcionamiento, se presenta en la figura 22.

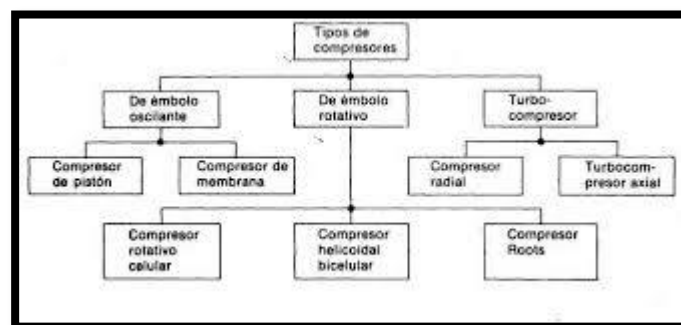


Figura 22. Tipos de compresores

Fuente: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/compresores/.

1.14.3.3. UNIDAD DE MANTENIMIENTO FRL (Filtro, Regulador, Lubricador)

“Esta unidad tiene por función primera mantener una presión estable de trabajo; segundo de retener partículas potencialmente nocivas de suciedad o condensados que pueden oxidar o corroer internamente los elementos de trabajo y finalmente la de lubricar el aire comprimido para en lo posterior mantener la vida del sistema neumático” (Automatización Industrial, 2010)

1.14.3.4. FILTROS

“Aunque se haya realizado un tratamiento previo del aire en la salida del compresor esto no impide que lleguen partículas de óxido o pequeñas cantidades de condensado.

El aire de la fuente que entra al filtro y luego va hacia la parte inferior donde se encuentra un deflector en forma de turbina que cambia la forma del flujo haciéndola rotar; así las

partículas más pesadas (aceite, agua, cascarillas de óxido) se separan por la fuerza centrífuga.” (Automatización Industrial, 2010)

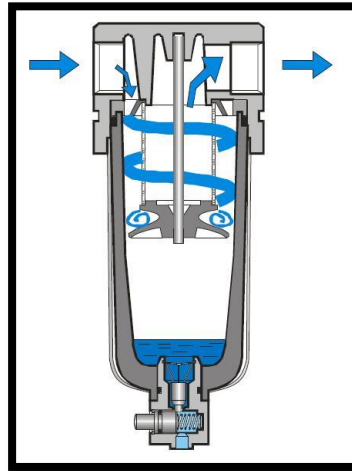


Figura 23. Filtro estándar

Fuente: <http://industrial-automatiza.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>

1.14.3.5. REGULADORES

“El regulador reduce la presión en la red a una presión de trabajo adecuada a la máquina, equipo o herramienta utilizada. Además minimiza las oscilaciones de presión que surgen en la red.

En un regulador estándar, la presión de salida se obtiene regulando el tornillo del resorte para mantener abierta la válvula principal, permitiendo que fluya desde la vía de entrada el aire a presión P_1 , a la salida a presión P_2 , equilibrando la presión de salida mediante un émbolo o diafragma contra la fuerza regulable del resorte.” (Automatización Industrial, 2010)

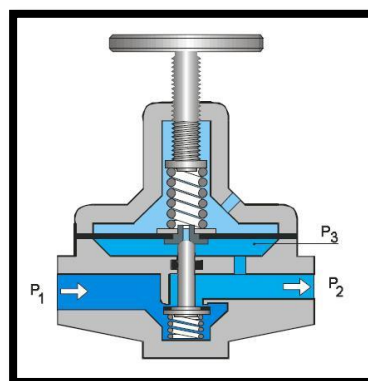


Figura 24. Regulador de presión estándar

Fuente: <http://industrial-automatiza.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>

1.14.3.6. LUBRICADOR

“En la actualidad la lubricación no es estrictamente necesaria. Los componentes neumáticos modernos vienen pre-lubricados para toda la vida. Esto implica mayor limpieza (industria alimentaria, farmacéutica) y menos contaminación del ambiente de trabajo.

Pero en equipos neumáticos que trabajen en condiciones exigentes, las piezas móviles necesitan lubricación. Para que estén suficientemente lubricadas de forma continua, se añade al aire comprimido una cierta cantidad de aceite mediante un lubricador.

Con la lubricación, se reduce el desgaste, se disminuyen las pérdidas por rozamiento y se consigue protección contra la corrosión.” (Automatización Industrial, 2010)

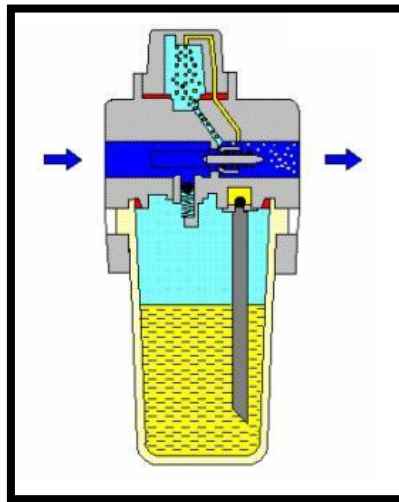


Figura 25. Lubricador proporcional.

Fuente: <http://industrial-automtica.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>

1.14.3.7. VÁLVULAS

“Los elementos encargados del mando y regulación en los circuitos neumáticos son las válvulas. Podemos definir válvula como; “Dispositivo para controlar o regular el arranque, parada y sentido así como la presión o el flujo del medio de presión, impulsado por un compresor, una bomba de vacío o depósito acumulador.

Más allá de las formas de construcción de las mismas (de compuerta, de bola, de plato, etc.) la importancia de las mismas radica en la función que puede obtenerse de ellas. De ese modo, de acuerdo con la función que realizan las válvulas neumáticas, se clasifican en los siguientes grupos.” (Automatización Industrial, 2010)

- Válvulas de mando.
- Válvulas distribuidoras.
- Válvulas de bloqueo.
- Válvulas reguladoras de presión.
- Válvulas reguladoras de flujo.

1.15. ELEMENTOS DE CONTROL

1.15.1. PLC SIEMENS LOGO! 0BA6

“LOGO!, es el controlador lógico programable ideal para tareas sencillas de automatización industrial y de edificios. Este módulo inteligente destaca por su extraordinaria facilidad de manejo y lo tiene todo en cuanto a funcionalidades, gracias, entre otras cosas, a su alta capacidad de almacenamiento y su uso eficiente de la memoria. Gracias a sus módulos de ampliación, LOGO! puede gestionar sin problema incluso instalaciones complejas.” (SIEMENS, 2009)



Figura 26. Plc Siemens
Fuente: www.swe.siemens.com

1.15.2. MODULO EXPANSIÓN DM8 12/24VDC

A continuación se describe las características que tiene este módulo:

PARAMETRO	CANTIDAD
Tensión de alimentación	10.8.....28.8 VDC
Entradas digitales	4
Salidas digitales	4
Grado de Protección	IP20
Temperatura de trabajo	Mín. 0 C, Máx. 55 C

Tabla 2. Características técnicas del Módulo DM8 12/24 VDC

Fuente: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/modular-expansion-modules/pages/default.aspx>

1.15.3. VARIADOR DE FRECUENCIA

“Se trata de dispositivos electrónicos, que permiten el control completo de motores eléctricos de inducción; los hay de c.c. (variación de la tensión), y de c.a. (variación de la frecuencia); los más utilizados son los de motor trifásico de inducción y rotor sin bobinar (jaula de ardilla). También se les suele denominar inversores (inverter) o variadores de

velocidad. Estos pueden proporcionar frecuencias de salida superiores al trabajo del motor. La curva de par, para velocidad de trabajo disminuye a medida que la velocidad aumenta.” (Sevillano Calvo, 2010)

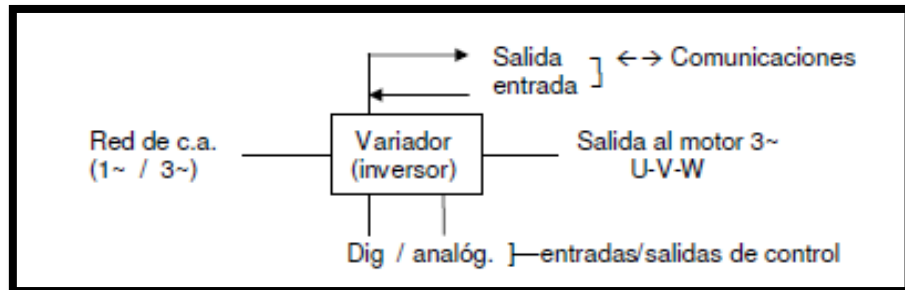


Figura 27. Diagrama de funcionamiento de un variador de frecuencia

Fuente: VARIADORES DE FRECUENCIA, Sistemas de regulación y control automáticos, Capítulo 9.

1.16. CONTACTOR

Es un dispositivo electromecánico que consta de un electroimán que acciona contactos eléctricos funcionando como un interruptor, puede ser comandado a distancia como un elemento de control accionando su electroimán.



Figura 28. Contactor eléctrico

Fuente: <http://www.tutiendaelectricidad.com/>

1.17. RELE TERMICO

Es un dispositivo eléctrico de acople con el contactor diseñado para protección de motores en caso de sobre cargas o fallo de fase. Si el motor por algún problema produce sobre corriente esto hace que dentro del relé un componente bimetálico se dilate y por desplazamiento se accionen los contactos.



Figura 29. Relé térmico

Fuente: <http://www.jordanperu.com/>

2. CAPITULO 2

DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS

2.1. INTRODUCCION

En el presente capitulo se describirá cómo será el diseño de la estructura interna de la maquina en cuestión, los componentes y miembros además se realizará la selección de los elementos mecánicos necesarios para complementar el proyecto.

2.2. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

2.2.1. PARAMETROS DE DISEÑO

La estructura deberá soportar algunas cargas y esfuerzos, para lo cual es necesario describir cuáles serán estas y el efecto que le causará a la estructura:

El tamaño de la maquina es establecido por el tamaño de la media banda de cuero para el cual se va a diseñar.

TAMAÑO

Alto: 700mm
Ancho: 1780mm
Largo: 3000mm

CARGAS

Las cargas se describen de acuerdo a los pesos aproximados de cada uno de los elementos que estarán sobre la estructura va a soportar:

ELEMENTO	CANTIDAD	PESO	CARGA(Newtons)
Banda transportadora	1	150kg	1471.5
Motor reductor Banda	1	3kg	29.43
CAMARA DE PINTURA			
- Pistolas de pulverización	4	4kg	39.24
- Estructura cubierta	1	75kg	735.75
- Mecanismos de giro y acción	1	12kg	117.72
- Contenedores de pintura	1	5kg	49.05
	CARGA TOTAL DE CAMARA		941.76

Tabla 3. Descripción de cargas que soporta la estructura
Fuente: Autor

2.2.2. SELECCIÓN DEL FACTOR DE DISEÑO

El factor de diseño es un elemento muy importante a la hora de diseñar ya que se lo supone de acuerdo a las condiciones en las que va a trabajar.

Para: Materiales Dúctiles

Factor de Diseño	
1.25 a 2.0	El diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para las que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño
2.0 a 2.5	Diseño de elementos de maquina bajo cargas dinámicas con una confianza en todos los datos de diseño
2.5 a 4.0	Diseño de estructuras estáticas o elementos de maquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente
4.0 o mas	Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos o el ambiente.

Tabla 4. Factores de Diseño para materiales dúctiles

Fuente: Libro de Diseño de elementos de máquinas de Robert L. Mott Cap. 5

Tomando en cuenta la tabla descrita anteriormente se selecciona a $N=2$ ya que se está seguro de los datos de diseño y existe un alto grado de confianza, por lo que el factor de diseño para los cálculos queda:

$$N=2$$

2.2.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA ESTRUCTURA

Considerando las características que tendrá la máquina y las dimensiones necesarias tomando en cuenta el tamaño máximo que la media banda de cuero se consideró las siguientes medidas que se describen en el ANEXO 6.

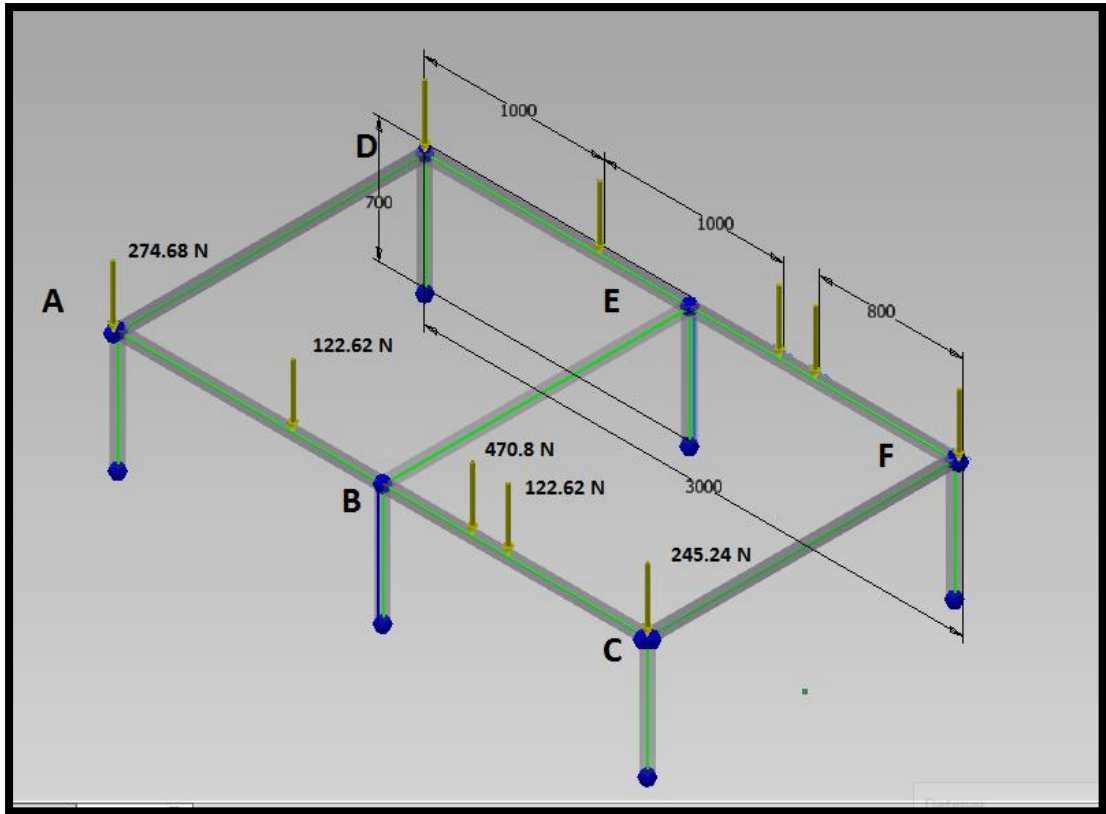


Figura 30. Distribución de Cargas

Fuente: Autor

2.2.4. DISTRIBUCION DE LAS CARGAS

BRI= Carga distribuida de la banda de los rodillos internos
 BRE= Carga distribuida de la banda de los rodillos externos
 CP= Carga distribuida de la Cámara de Pintura
 M= carga puntual del Motor reductor de la banda transportadora

BRI=122.62 (N)
 BRE=245.25 (N)
 CP=470.8 (N)
 M=29.43 (N)

2.2.5. SELECCION DE PERFIL PARA LA ESTRUCTURA

A continuación se describe el proceso para seleccionar el perfil adecuado para la construcción de la estructura.

2.2.5.1. ANALISIS DE CARGAS EN LAS VIGAS DE LA ESTRUCTURA EN MDSolid

A. VIGA AB

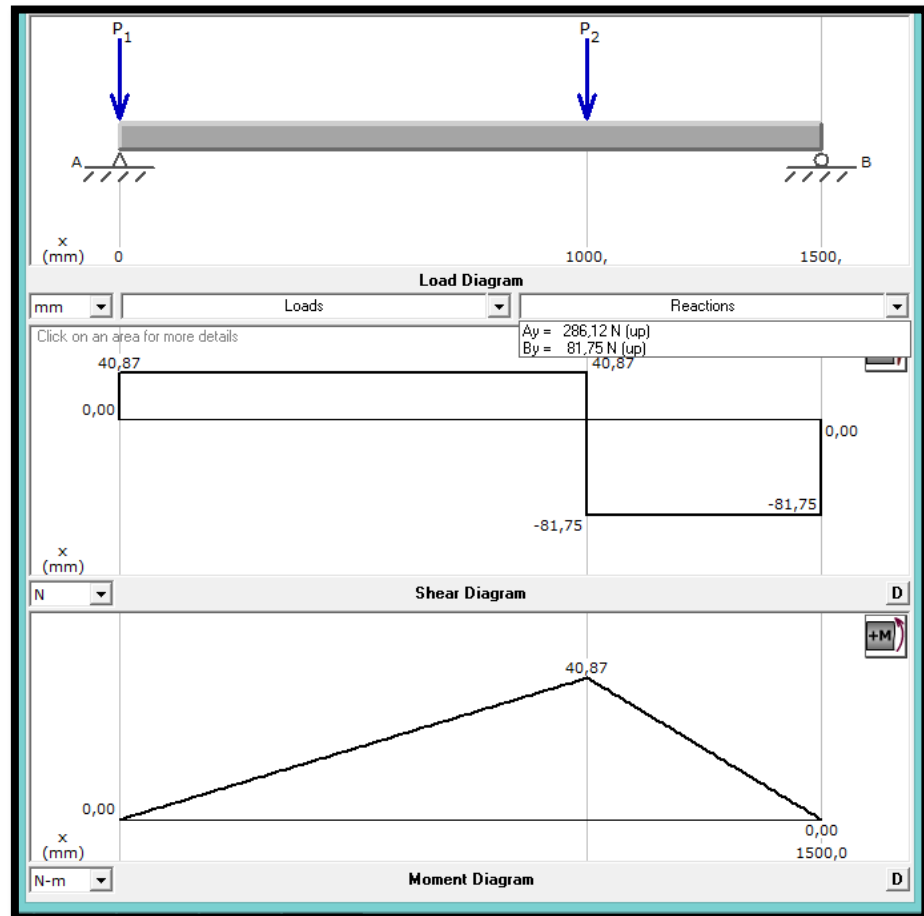


Figura 31. Diagrama de corte y momento de la Viga AB
Fuente: Autor

REACCIONES

$R_A = 286.12$ (N)

$R_B = 81.75$ (N)

$MM^* = 40.87$ (Nm)

*Momento Máximo sobre la viga

B. VIGA BC

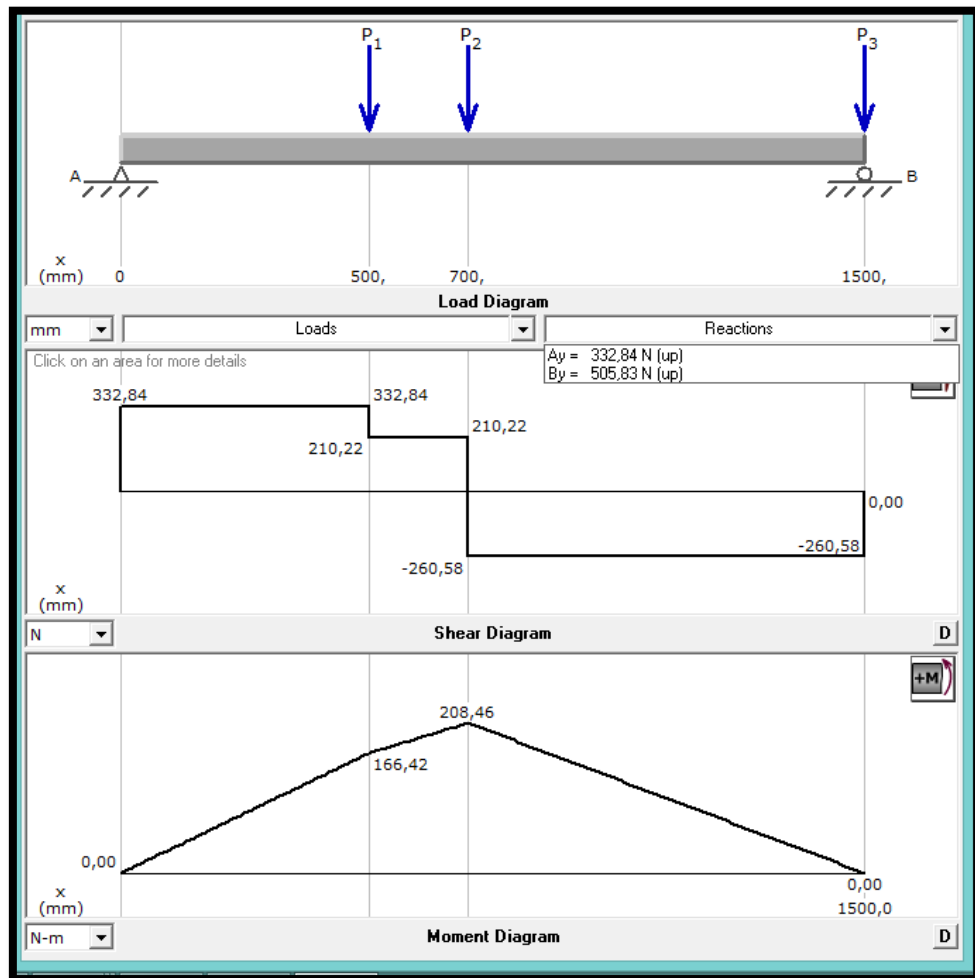


Figura 32. Diagrama de Fuerzas cortante y momentos de la viga BC
Fuente: Autor

REACCIONES

RB=332.84 (N)

RC=505.83 (N)

MM=208.46 (Nm)

C. VIGA DE

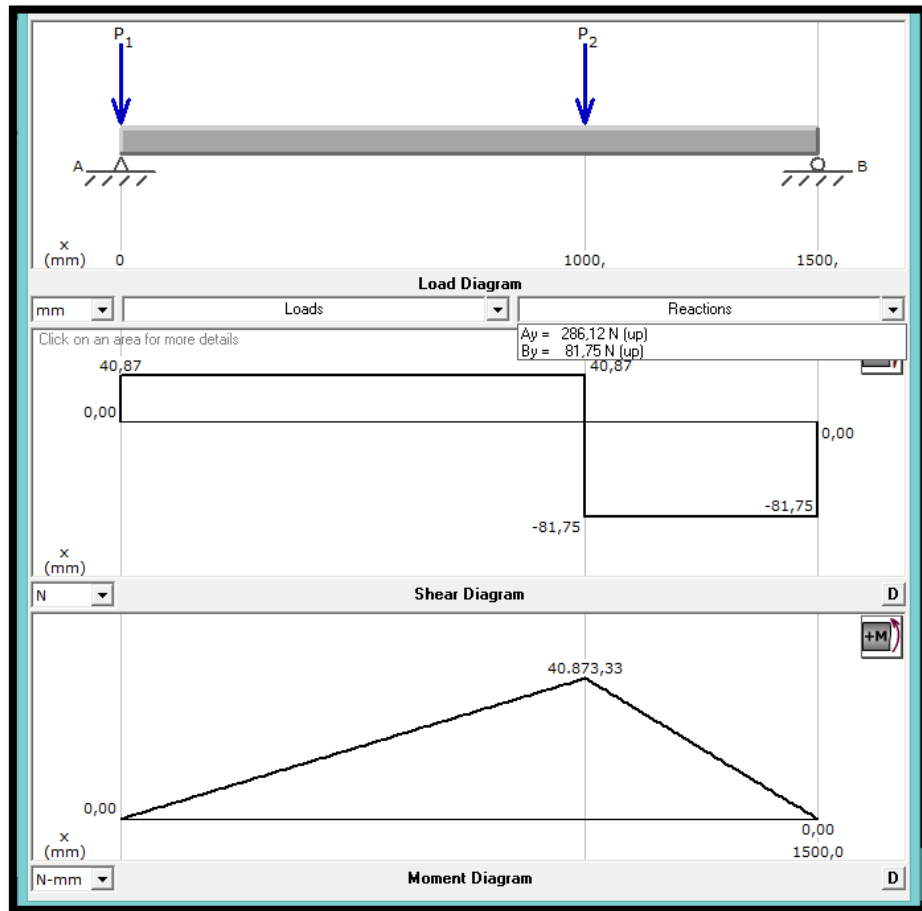


Figura 33. Diagrama de fuerzas cortante y momentos de la viga DE

Fuente: Autor

REACCIONES
RD=286.12 (N)
RE=81.75 (N)
MM=40.87 (Nm)

D. VIGA EF

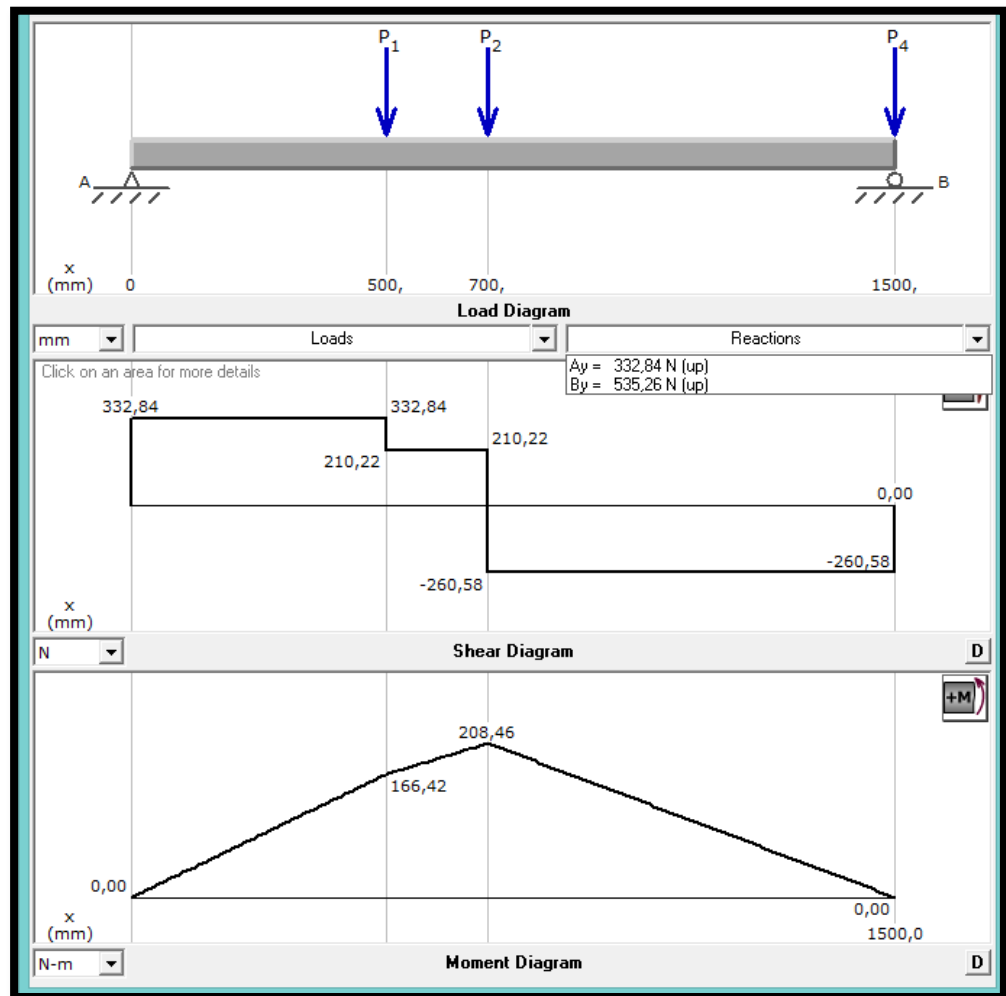


Figura 34. Diagrama de fuerzas cortante y momentos

Fuente: Autor

REACCIONES

RE=332.84 (N)

RF=535.26 (N)

MM=208.43 (Nm)

Por consiguiente tomamos el momento máximo más alto y la reacción más alta que resultaron de las todas la vigas analizadas con los cuales se va a operar para encontrar el perfil suficiente.

2.2.5.2. CALCULO POR VON MISES DE LA ESTRUCTURA

- Momento máximo de toda la estructura

$$MM=208.46 \text{ (N.m)} = 1838.38 \text{ (lb.in)}$$

- Reacción máxima de la estructura

$$R=535.26 \text{ (N)}$$

- Características mecánicas de los perfiles

Acero ASTM 500

$$S_y=2400 \text{ Kgf/cm}^2 = 34.14 \text{ Kpsi}$$

$$E=2100000 \text{ Kgf/cm}^2 = 29869.04 \text{ Kpsi}$$

Aplicando el esfuerzo de Von Mises determinamos el esfuerzo permisible:

$$\sigma' = \frac{S_y}{N}$$

Ecuación 1. Esfuerzo de Von Mises

$$= \frac{34.13 \text{ Kpsi}}{2}$$

$$\sigma' = 17.02 \text{ Kpsi}$$

Esfuerzo concentrado

$$\sigma' = \frac{M}{S}$$

Ecuación 2. Esfuerzo concentrado

$$S = \frac{M}{\sigma'}$$

$$= \frac{1.83 \text{ Klib.in}}{17.02 \text{ Kpsi}}$$

$$S_{cal} = 0.107 \text{ in}^3$$

Selección del perfil que tenga como sección S idéntica a $S_{cal}=0.107\text{in}^3$

Tomado de la Tabla A 16-5 del Libro de Diseño de Elementos de máquinas de Robert L. Mott.

Tomamos el tubo estructural:

Tubo cuadrado 2"x2"x1.5mm

S_{tubo}= 0.202 in³

Dónde:

S_{tubo}=0.202 in³ es equivalente y mayor que **S_{cal}**=0.107 in³

Análisis:

$$\sigma = \frac{MM}{S}$$
$$= \frac{1.83klb.in}{0.202 in^3}$$

$$\sigma = 9.06 Kpsi$$

$$N = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$N = \frac{34.13Kpsi}{9.06Kpsi}$$

$$N = 3.76$$

El resultado obtenido demuestra que el material seleccionado cumple con todos los parámetros de diseño con un factor de diseño N=3.76 mayor al seleccionado quiere decir que la estructura es totalmente confiable.

2.2.6. ANALISIS DE PANDEO DE LOS PARANTES DE LA ESTRUCTURA

Para asegurar la estabilidad de la máquina y la rigidez al momento de aplicar las cargas correspondientes es necesario diseñar y seleccionar las vigas columnas (parantes) para lo cual aplicaremos los criterios de esbeltez, descrito en el Capítulo 6 del Libro de Diseño de Elementos de Maquinas de Robert L. Mott.

- Características de material a utilizar

ASTM 500

S_y= 2400 Kg/cm²

E= 2100000 Kg/cm²

- **Carga máximo sobre la viga columna**

$$R = 535.26 \text{ N}$$

- **Relación de esbeltez de transición**

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}}$$

Ecuación 3. Relación de Esbeltez

Tomado de Diseño de Elementos de Maquinas Pág. 234.

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 * 2100000}{2400}}$$

$$C_c = 131.2$$

- **Radio de giro de la sección transversal del perfil seleccionado**

I= Momento de Inercia del Perfil=12.104 cm⁴

A= Área de la sección transversal=3.090 cm²

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Ecuación 4. Radio de Giro de sección transversal

$$r = \sqrt{\frac{12.104}{3.098}}$$

$$r = 1.97 \text{ cm}$$

- **Longitud efectiva de la columna**

K= Factor de fijación

K=0.8 (Empotrada- articulada)

Tomado: Diseño de elementos de Maquinas Pág. 234

L= longitud de la columna =65 cm

$$L_e = KL$$

Ecuación 5. Longitud efectiva

$$L_e = 0.8 * 65$$

$$L_e = 52 \text{ cm}$$

- **Relación de esbeltez**

$$\text{relacion de esbeltez} = Le/r$$

Ecuación 6. Relación de esbeltez

$$= \frac{52}{1.97}$$

$$\text{Relación de esbeltez} = 26.39$$

Relación de esbeltez < relación de esbeltez de transición

Por lo cual aplicaremos la fórmula de J. B. Johnson para columnas cortas

$$P_{cr} = ASy \left[1 - \frac{Sy(KL/r)^2}{4\pi^2 E} \right]$$

Ecuación 7. Ecuación de J. B. Johnson

$$P_{cr} = 3.098 * 2400 \left[1 - \frac{2400(26.39)^2}{4\pi^2 2100000} \right]$$

$$P_{cr} = 7285.3 \text{ Kgf} = 71444.38 \text{ N}$$

- **Carga admisible**

P_{cr}=Carga crítica de pandeo calculada

N= Factor de diseño seleccionado = 2

$$P_a = P_{cr}/N$$

Ecuación 8. Carga admisible de la columna

$$P_a = 71444.38/2$$

$$P_a = 35722.19 \text{ N}$$

- **Análisis**

$$P_a > R$$

$$35722.19 > 535.26$$

La carga admisible de la columna es mayor que la carga máxima aplicada soportada sobre la columna, por lo cual es totalmente seguro su diseño.

2.3. DISEÑO DE LA CINTA TRASPORTADORA

La banda transportadora que se va a diseñar es la única en diseño útil para las condiciones de trabajo de la máquina. Está formada por piolas de nylon separadas entre ellas aproximadamente 2 cm lo que beneficia al pintado y absorción de la nube de pintura ya que por lo contrario si fuera una banda completamente cubierta la adherencia de la pintura sería descontrolada.

2.3.1. FUNCIONES

- La cinta transportadora debe ser capaz de transportar las bandas de cuero
- El tamaño de la cinta debe ser igual o mayor al tamaño que tienen las bandas de cuero
- La velocidad de la cinta debe ser regulable para ajustar la pulverización
- El material de banda debe ser de bajo grado de adherencia

2.3.2. PARAMETROS

- La banda debe transportar una banda por minuto
- El tamaño de la banda será de 160x300cm
- La velocidad mínima que debe tener la cinta transportadora es de 0.125 m/s
- El material que se usará son piolas de nylon que tienen un grado de adherencia muy bajo.

2.3.3. DISEÑO PRELIMINAR

Se seleccionó la cinta transportadora por cables ya que es la ideal para trabajar en pintura porque su grado de adherencia de pintura en la cinta es mínimo, entonces para su construcción los planos están descritos en el ANEXO 6.

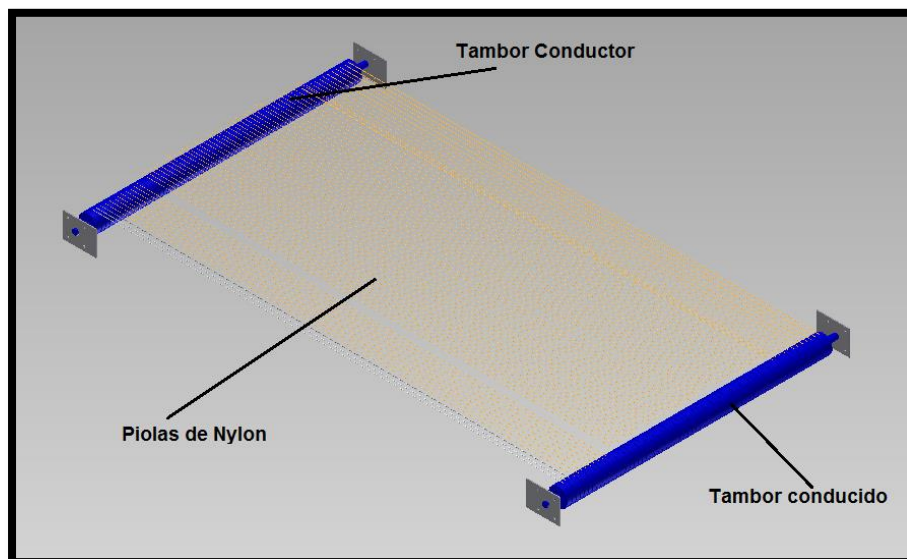


Figura 35. Diseño preliminar de banda transportadora
Fuente: Autor

2.3.4. CARGA A TRASPORTAR

El único peso que la banda transportadora va a soportar es la de una banda de cuero, aproximadamente cada minuto, lo que quiere decir que el peso es casi despreciable.

- **Media banda de cuero**

Peso: 1kg

Dimensiones: aprox. 150X250cm

2.3.5. PESO DE LA CINTA TRASPORTADORA

La banda al ser constituida por piolas nylon consideraremos la densidad y la cantidad que se necesita para cubrir todo el ancho de la banda requerido por el diseñador.

$$Pb = \delta p * L * N$$

Ecuación 9. Peso de cinta transportadora

δp = densidad de peso de la piola nylon (Kg/m)

L= longitud cada piola nylon (m)

N= número de piola de la banda

$$Pb = (0.007)(6.20)(80)$$

$$Pb = 3.47Kg$$

2.3.6. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

La banda transportará una banda de cuero cada minuto que dura el proceso de pintura, lo que permite describir que esta banda no tiene el propósito de transportar grandes cantidades de material no de peso.

2.4. SELECCIÓN DE MOTOR DE LA CINTA TRASPORTADORA.

Para seleccionar el motor de la cinta transportadora utilizaremos el criterio de potencia absorbida por la banda por el peso de elementos y cargas sobre la banda.

2.4.1. DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE LA CINTA TRANSPORTADORA

La determinación de la velocidad de la cinta transportadora se la realizó por simple inspección, tomando datos del aplicado manual de pintura en el cual se usa una pistola de pulverización

Se realizó tres mediciones simultaneas tomando en cuenta los siguientes parámetros: longitud de la banda de cuero, tiempo que le toma pintar manualmente la banda; del cual se formó una tabla y se tomó una media

$$v = \frac{l}{t}$$

Ecuación 10. Velocidad de cinta

l =Longitud del lado largo de la banda de cuero

t =Tiempo necesario para el pintado de toda la banda de cuero

	Longitud de la Banda de Cuero (m)	Tiempo de pintado manual (s)	Velocidad (m/s)
Banda 1	2.43	20	0.121
Banda 2	2.30	17	0.135
Banda 3	2.55	22	0.115

Tabla 5. Datos tomados del pintado manual

$$vm = \frac{v1 + v2 + v3}{3}$$

$$vm = \frac{0.121 + 0.135 + 0.115}{3}$$

$$v = 0.125 \frac{m}{s}$$

2.4.2. CARGA DE ESFUERZO PARA MOVER BANDA EN VACIO

Es el esfuerzo necesario para mover la cinta transportadora cuando está en vacío y romper los momentos inerciales de los elementos rotativos como los tambores además el peso de la banda.

$$F1 = f'q_p(l + l_o)$$

Ecuación 11. Carga de esfuerzo en vacío

f =coeficiente de rozamiento de los rodillos (ANEXO 8 Tabla A-1)

l_o = un suplemento ficticio destinado a incrementar la distancia entre ejes: como promedio puede adoptarse $l_o = 60 - 0.2l$ (m)

q_p =peso de la cinta y de las partes rodantes referido a 1 m de distancia real entre ejes. $q_p = \frac{Q_p}{l}$ (Kg/m)

Q_p =Peso de la cinta y de las partes rodantes (Kg)

- **Peso de cinta y partes rodantes**

$$Q_p = Q_r + Q_b$$

Ecuación 12. Peso total de cinta transportadora

Q_r =Peso de los tambores

Q_b =Peso de banda

$$Q_p = 91.23 + 3.47$$

$$Q_p = 94.7 \text{ Kg}$$

- **Suplemento ficticio**

$$l_o = 60 - 0.2l$$

Ecuación 13. Suplemento Ficticio de longitud

$$l_o = 60 - 0.2(3)$$

$$l_o = 59.4 \text{ m}$$

- **Carga de esfuerzo**

$$F1 = (0.022)(31.57)(3 + 59.4)$$

$$F1 = 43.3 \text{ Kg/m}$$

$$F1 = 424.77 \text{ N}$$

2.4.3. CARGA DE ESFUERZO NECESARIO PARA MOVER MATERIAL

Es el esfuerzo que las cargas ejercen sobre la banda transportadora también importante para calcular la potencia aunque el peso de los pesos sea casi despreciable.

$$F2 = f'q_m(l + l_o)$$

Ecuación 14. Carga de esfuerzo con material

$$q_m = \text{carga del material } q_m = \frac{Q}{3.6v}$$

Q =peso del material (Kg)

v =velocidad del banda (m/s)

- **Carga del material**

$$q_m = \frac{Q}{3.6v}$$

Ecuación 15. Carga de material

$$q_m = \frac{1}{3.6 * 0.125}$$

$$q_{m=2.22} \frac{Kg}{m}$$

- Carga de esfuerzo por material

$$F2 = (0.022)(2.22)(3 + 59.4)$$

$$F2 = 3 \text{ Kg/m}$$

$$F2 = 29.43 \text{ N}$$

2.4.4. POTENCIA ABSORBIDA POR LA CINTA TRASPORTADORA

Para el arranque y funcionamiento correcto de la cinta transportadora hay que considerar la potencia que se necesita para ponerlo en funcionamiento.

$$P1 = \frac{F1}{75} v$$

Ecuación 16. Potencia absorbida en vacío

$$P2 = \frac{F2}{75} v$$

Ecuación 17. Potencia absorbida con material

P1= potencia absorbida por la banda y partes rodantes

P2= potencia absorbida por el movimiento del material

v= velocidad de la banda transportadora

$$P1 = \frac{43.3}{75} (0.125)$$

$$P1 = 0.072 \text{ Hp}$$

$$P2 = \frac{3}{75} (0.125)$$

$$P2 = 0.0049 \text{ Hp}$$

$$P = P1 + P2$$

$$P = 0.077 \text{ Hp}$$

2.4.5. TORQUE NECESARIO PARA MOVER LA CINTA TRANSPORTADORA

Hay que determinar el torque de salida que necesitamos del Motor reductor para seleccionarlo y adaptarlo a nuestro sistema.

$$T = \frac{63000P(HP)}{n(rpm)}$$

Ecuación 18. Torque absorbida por la cinta transportadora

P=Potencia total absorbida

n= Velocidad de giro requerido para el pintado

$$T = \frac{63000(0.077)}{21}$$

$$T = 231 \text{ lb} * \text{in}$$

$$T = 26 \text{ Nm}$$

Con la potencia total requerida y el torque calculados se puede seleccionar el moto reductor adecuado para la cinta trasportadora. Que se seleccionara en el capítulo 3 de dimensionamiento eléctrico.

2.5. DISEÑO DE LOS TAMBORES

2.5.1. FUNCIONES

- Los ejes de los rodillos deben trabajar a baja velocidad
- Los ejes deben soportar la tensión de las piolas de nylon
- La longitud de los ejes a partir de los tambores debe ser la apropiada para poder montar sobre la estructura de la maquina

2.5.2. PARAMETROS

- Deben girar a aproximadamente a 100 rpm
- La tensión total de las piolas de nylon que soportara será aproximadamente de 1000N y además tiene un peso propio de 477 N
- La longitud saliente de los ejes a partir de los tambores debe tener 11 cm y el eje del tambor conductor 20cm.

2.5.3. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

TUBO CEDULA 40

ACERO ASTM A53

Sy=34.81 Kpsi

Sut=60.19 Kpsi

EJE DE TRANSMISIÓN

ANSI 1018

Sy=72 Kpsi

Sut=129 kpsi

2.5.4. DISTRIBUCION DE CARGAS EN TAMBORES DE CINTA

Las cargas que soportaran los ejes de los tambores corresponden a la tensión de las cuerdas de nylon y el peso propio del tambor, las cuales se describen con su dirección y magnitud en la Figura 34. Para el análisis del eje se aplicara análisis estático ya que la velocidad de giro de los tambores es muy baja, por lo cual se tomara como despreciable, por tanto no es necesario un análisis en fatiga de eje.

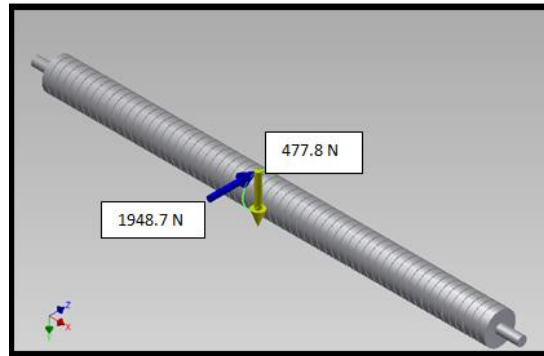


Figura 36. Cargas en tambores de cinta transportadora
Fuente: Autor

2.5.5. ANALISIS DE REACCIONES Y MOMENTO MAXIMO EN EL EJE XY

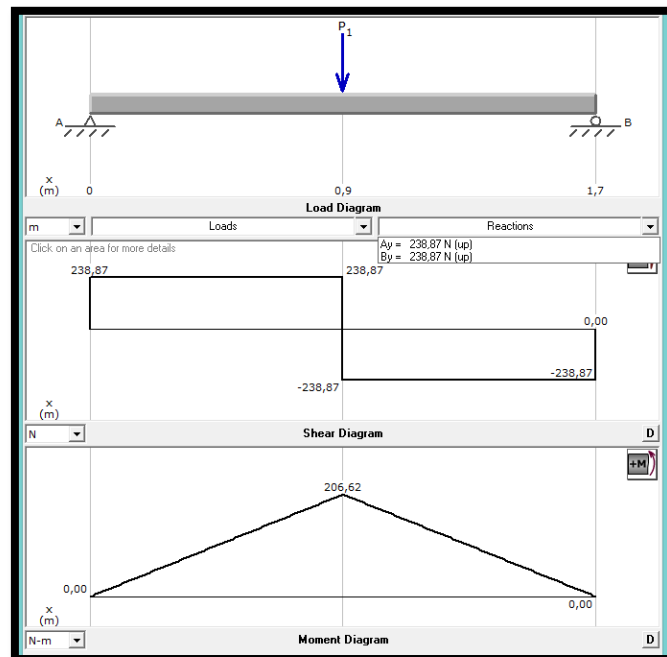


Figura 37. Análisis en MD Solid de las cargas en el eje XY

Fuente: Autor

$$R_{Ay}=238.87 \text{ N}$$

$$R_{By}=238.87 \text{ N}$$

$$M_{My}= 206.62 \text{ Nm} = 1828.74 \text{ lb}^*\text{in}$$

2.5.6. REACCIONES Y MOMENTOS MAXIMO EN EL EJE XZ

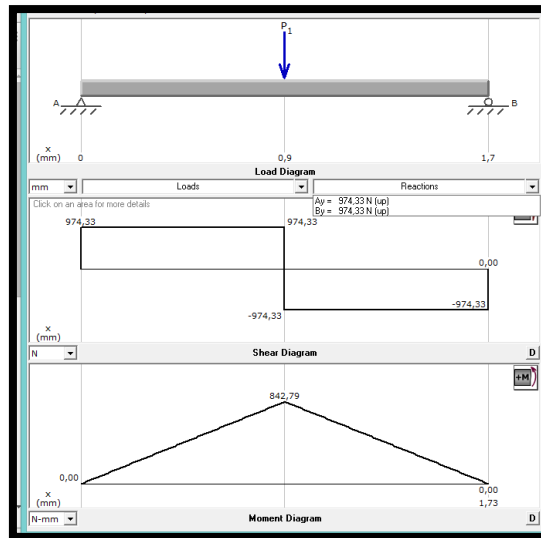


Figura 38. Análisis en MD Solid de las cargas en el eje XZ

Fuente: Autor

$$R_{Az}=974.33 \text{ N}$$

$$R_{Bz}=974.33 \text{ N}$$

$$M_{Mz}=842.79 \text{ Nm} = 7459.32 \text{ lb}\cdot\text{in}$$

2.5.7. CALCULOS DE FUERZAS CORTENTES

$$MMr = \sqrt{MM_y^2 + MM_z^2}$$

$$MMr = \sqrt{1828.74^2 + 7459.32^2}$$

$$MMr = 7680.2 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

El momento máximo resultante MMr se da por la fuerzas de tensión que ejercen las piolas de nylon sobre el tambor y el peso propio del tambor.

2.5.8. CALCULO DE DIAMETRO DEL EJE

- APLICANDO ESFUERZO MAXIMO CONCENTRA DE VON MISES

$$\sigma' = \frac{32M}{\pi d^3}$$

Ecuación 19. Diámetro por esfuerzo concentrado

$$\sigma' = \frac{32 * 7680.2}{\pi d^3}$$

$$\sigma' = \frac{78229.87}{d^3}$$

$$\sigma' = \frac{Sy}{N}$$

Ecuación 20. Energía de distorsión

$$\frac{Sy}{N} = \frac{78229.87}{d^3}$$

$$\frac{72000psi}{2} = \frac{78229.87}{d^3}$$

$$d = 1.29 \text{ in}^3$$

- **Análisis**

El tambor está diseñado en tubo cedula 40 de 4' de diámetro de acuerdo al requerimiento del diseño además tiene ranuras redondas con un radio de 3mm que concentra esfuerzo por lo tanto analizaremos su resistencia y cuál es su factor de seguridad que nos brinda

$$\sigma' = \frac{M}{S}$$

Ecuación 21. Esfuerzo concentrado

$$\sigma' = Kt \frac{M}{S}$$

Ecuación 22. Esfuerzo concentrado máximo

$$S = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$$

Ecuación 23. Sección de tubo hueco

- Factor de K_t concentrador de esfuerzo

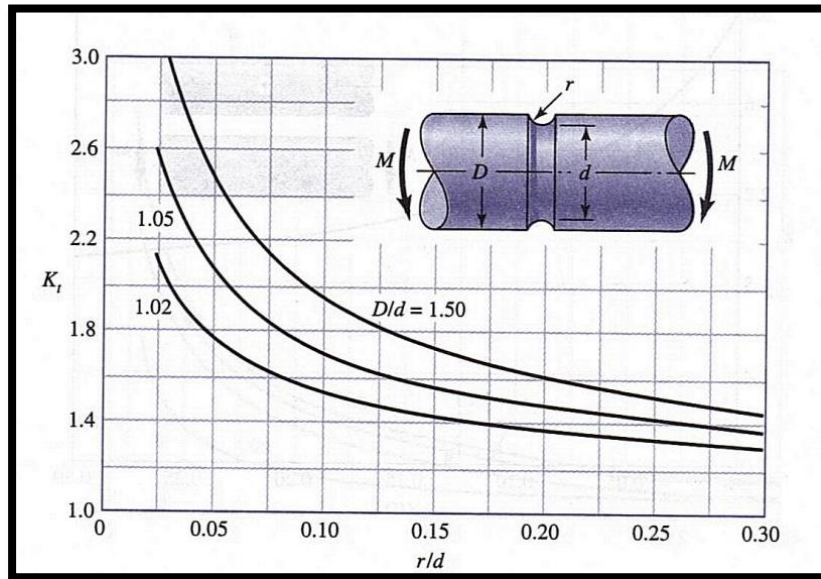


Figura 39. Concentración de esfuerzo ante flexión con ranura redonda

Fuente: Libro de diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Figura A -15 -14

$$\frac{D}{d} = \frac{4.5}{4}$$

$$\frac{D}{d} = 1.125$$

$$\frac{r}{d} = \frac{0.118}{4}$$

$$\frac{r}{d} = 0.03$$

De la figura 39. Tenemos el factor de esfuerzo de:

$$K_t = 2.7$$

$$\sigma' = 2.7 * \frac{7680.2}{\frac{\pi(4.5^4 - 4^4)}{32 * 4.5}}$$

$$\sigma' = 6171.59 \text{ psi}$$

$$\frac{Sy}{N} = 6171.589$$

$$N = \frac{34810}{6171.589}$$

$$N = 5.64$$

Con un factor de seguridad de N=5.64 resultante demuestra que el tubo que se usara cumple satisfactoriamente ante las cargas presentes.

2.6. SELECCIÓN DE BANDAS EN V

Para la transmisión de potencia hacia los elementos móviles como la cinta transportadora esencial para el ingreso de la hojas de cuero y además la manga de pintura, se ve en la necesidad de utilizar por conveniencia bandas en v por lo cual se procede a seleccionar.

2.6.1. SELECCIÓN DE BANDA EN V PARA LA TRANSMISIÓN DE LA CINTA TRANSPORTADORA

El elemento activo que acciona la cinta transportadora es un motor reductor trifásico con una velocidad controlada con un variador de frecuencia que hará girar al motor reductor a 30rpm que es la velocidad de entrada y la velocidad que cinta transportadora es de 0.125m/s de donde la velocidad del tambor conductor es 21rpm

- Potencia de servicio

$$P_s = P * F_s$$

Ecuación 24. Potencia de servicio

Factor de servicio $F_s=0.98$

Fuente: Tomado del catálogo de correas trapezoidales DONGIL bajo la norma ISO4184

$$P_s = 0.085 * 0.98 = 0.083 \text{ Hp}$$

- **Selección de banda**

DONGIL sección A o 3V para una potencia de 0.083Hp y una velocidad 200rpm

- **Relación de transmisión**

$$N = \frac{n1}{n2}$$

Ecuación 25. Relación de transmisión

$$N = \frac{40 \text{ rpm}}{21 \text{ rpm}} = 1.9$$

$$Vb = 0.125 \text{ m/s} = 24.6 \text{ ft/min}$$

- **Diámetro necesario de polea para obtener una velocidad lineal de 0.125 m/s**

$$D1 = \frac{12Vb}{\pi n1}$$

Ecuación 26. Diámetro Polea conductora

$$D1 = \frac{12 * 24.6}{\pi * 40}$$

$$D1 = 2.34 \text{ in}$$

- **Diámetro aproximado de la Polea D2**

$$D2 = 2.3 * 1.72 = 3.95 \text{ in}$$

$$D2 = 4.07 \text{ in}$$

Tomado de la tabla 7-3 de tamaños de poleas estándares.

- **Velocidad real después de la selección de poleas.**

$$\frac{w1}{w2} = \frac{D2}{D1}$$

Ecuación 27. Relación de Velocidad y Diámetro

$$w2 = 22 \text{ rpm}$$

- **Potencia Nominal para poleas de D1=2.3 in**

$$Potencia\ Nominal = 0.1\ Hp$$

Tomado de la Figura 7-10 del libro de Diseño de Elementos de Máquinas de Mott Capacidad de polea para bandas 3V

- **Distancia entre centros**

$$D2 < C < 3(D2 + D1)$$

Ecuación 28. Distancia entre centros

$$4.07 < C < 3(4.07 + 2.3)$$

$$4.07 < C < 19.11\ in$$

$$C = 15\ in$$

- **Longitud de Banda**

$$L = 2C + 1.57(D2 + D1) + \frac{(D2 - D1)^2}{4C}$$

Ecuación 29. Longitud de Banda en V

$$L = 2.15 + 1.57(4.07 - 2.3) + \frac{(4.07 - 2.3)^2}{4 * 15}$$

$$L = 40.05\ in$$

- **Distancia entre centros**

$$B = 4L - 6.28(D2 + D1)$$

$$B = 4 * 40 - 6.28(4.07 + 2.3)$$

$$B = 120$$

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 32(D2 - D1)^2}}{16}$$

Ecuación 30. Distancia entre centros corregido

$$C = \frac{120 + \sqrt{120^2 - 32(4.07 - 2.3)^2}}{16}$$

$$C = 15\ in$$

- **Angulo de contacto**

$$\theta = 180^\circ - 2\text{sen}^{-1} \left[\frac{D2 - D1}{2C} \right]$$

Ecuación 31. Angulo de contacto en poleas

$$\theta = 180^\circ - 2\text{sen}^{-1} \left[\frac{4.07 - 2.3}{2 * 15} \right]$$

$$\theta = 173^\circ$$

- **Factores de corrección**

$$\theta = 173^\circ$$

$$C_\theta = 0.98$$

Tomado de la Tabla 7-14 del Libro de Diseño de Elementos de Maquinas de Mott (ANEXO 7)

$$L = 40 \text{ in}$$

$$C_L = 0.91$$

Tomado de la Tabla 7-15 del Libro de Diseño de Elementos de Maquinas de Mott (ANEXO 7)

- **Potencia Corregida**

$$P_c = C_\theta C_L P$$

Ecuación 32. Potencia de poleas corregida

$$P_c = 0.98 * 0.91 * 0.1 = 0.09$$

$$N \text{ de Bandas} = \frac{0.085}{0.09} = 0.94$$

Se necesitara de 1 banda

- **Resumen:**

Motor=0.085 Hp a 40rpm

Factor de Servicio= 1

Potencia de Diseño=0.085 Hp

Banda: Sección 3V, 40 in de longitud, 1 Banda

Polea Motriz: 2.3 in, 1 Ranura, 3V

Polea Conducida: 4.07 in, 1 Ranura, 3V

Velocidad de salida: 17 rpm

2.6.2. SELECCIÓN DE BANDA EN V PARA MANGA DE PINTURA.

El sistema de pintura se basa en un sistema centrífugo de pintura donde las pistolas de pulverización giran alrededor de un eje centro de la máquina para lograr un efecto de semi cruz al pintar que recomienda el manual de pitado de hojas de cuero. Por lo cual se requiere un motor reductor que realice el trabajo de giro, además para la transmisión seleccionar bandas en V.

Aplicando el diseño de frenos y embragues descritos en el Capítulo 22 del Libro de Diseño de elementos de máquinas de Robert L. Mott. Se encontrara la potencia y el torque necesario para mover la manga de pintado.

- Torque de plato de Pintura

Datos:

- **Peso:** $W=36.37$ Lb. Peso está incluido pistolas de pulverización, mangueras y elementos móviles.
- **Velocidad** $n=40$ rpm
- **Radio** $R=66$ cm (26 in)
- **Torque del diferenciador:** $T_d=10$ lib*in
- **Tiempo de respuesta:** $t=1$ s; Tiempo de respuesta debe ser relativamente pequeño.

- Inercia efectiva

$$Wk_e^2 = W \left(\frac{v}{n} \right)^2$$

Ecuación 33. Inercia Efectiva

Fuente: Libro de diseño de elementos mecánicos de Mott. Sección 22-5

$$Wk_e^2 = 36.37 * \left(\frac{90.47}{502.65} \right)^2$$

$$Wk_e^2 = 1.178 \text{ lib} * \text{pie}^2$$

- Torque resultante de la manga de pintura

$$T_p = \frac{Wk_e^2 * n}{308t}$$

Ecuación 34. Torque absorbida por manga de pintado

$$T_p = \frac{1.178 * 40}{308 * 1}$$

$$T_p = 0.152 \text{ lb} * \text{pie} = 1.835 \text{ lb} * \text{in}$$

$$T_t = T_p + T_d$$

$$T_t = 1.835 + 10$$

$$T_t = 12 \text{ lb} * \text{in}$$

- Potencia que Absorbe

$$P = \frac{T * n}{63000}$$

Ecuación 35. Potencia absorbida por manga de pintado

$$P = \frac{12 * 40}{63000}$$

$$P = 0.0076 \text{ Hp}$$

- Selección de banda V

Datos:

Velocidad de entrada: $w_1=20$ rpm

Velocidad de salida: $w_2=40$ rpm

Potencia $P=0.0076$ Hp

- Factor de servicio

$$F_s=1.1$$

Ya que se trata del arranque de un motor CA de alto torque.

Tomado de la Tabla 7-1 del libro de diseño de elementos de máquinas de Robert L. Mott

- **Potencia real**

$$Pr = Fs * P$$

Ecuación 36. Potencia real de banda en V

$$Pr = 1.1 * 0.0076$$

$$Pr = 0.008 Hp$$

- **Selección de Banda**

DONGIL sección A o 3V para alta potencia y baja velocidad óptima para la aplicación.

- **Relación de transición**

$$N = \frac{w1}{w2}$$

Ecuación 37. Relación de Transmisión de Manga de pintado

$$N = \frac{20}{40}$$

$$N = 0.5$$

- **Diámetro aproximado requerido D1**

Para una Vb = 4000

$$D1 = \frac{12Vb}{\pi n}$$

Ecuación 38. Diámetro de p Polea conductora de Manga

$$D1 = \frac{12 * 4000}{\pi * 20}$$

$$D1 = 763.3 in$$

El diámetro de la p Polea conducida D2=4.7 in. Previamente fabricado sobre la manga de pintura, es imposible de modificar por lo que se dice que es un dato, entonces a partir de este se encuentra el diámetro de la p Polea conductora D1.

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Ecuación 39. Relación de Diámetro y Velocidad

$$\frac{20}{40} = \frac{4.7}{D_1}$$

$$D_1 = 9.4 \text{ in}$$

Seleccionamos una polea estándar de $D_1=10.1$ in

- **Potencia Nominal**

$$P_n = 0.437Hp$$

Tomado de la Tabla 7-10 Capacidad de Polea 3V4

- **Distancia entre centros**

$$D_2 < C < 3(D_2 + D_1)$$

Ecuación 40. Límites de distancia entre centros

$$4.7 < C < 44.4$$

$$C = 16 \text{ in}$$

- **Longitud de Correa**

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C}$$

Ecuación 41. Longitud de correa de Manga de pintado

$$L = 2 * 16 + 1.57(4.7 + 10.1) + \frac{(4.7 - 10.1)^2}{4 * 16}$$

$$L = 55.68 \text{ in}$$

- Longitud estándar real

$$L = 56 \text{ in}$$

- Distancia entre centros real

$$B = 4L - 6.28(D2 + D1)$$

$$B = 4 * 16 - 6.28(4.7 + 10.1)$$

$$B = 131.06$$

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 32(D2 - D1)^2}}{16}$$

Ecuación 42. Distancia entre centros real

$$C = \frac{131.06 + \sqrt{131.06^2 - 32(4.7 - 10.1)^2}}{16}$$

$$C = 16.15 \text{ in}$$

- Angulo de contacto

$$\theta = 180^\circ - 2\text{sen}^{-1} \left[\frac{D2 - D1}{2C} \right]$$

Ecuación 43. Angulo de Contacto de poleas de manga

$$\theta = 180^\circ - 2\text{sen}^{-1} \left[\frac{4.7 - 10.1}{2 * 16.15} \right]$$

$$\theta = 170^\circ$$

- Factores de Corrección

$$\theta = 170^\circ \quad C_\theta = 0.97$$

Tomado de la Tabla 7-14 del Libro de Diseño de Elementos de Maquinas de Mott

$$L = 56 \text{ in} \quad C_L = 0.98$$

Tomado de la Tabla 7-15 del Libro de Diseño de Elementos de Maquinas de Mott

- **Potencia corregida**

$$P_c = C_\theta C_L P$$

Ecuación 44. Potencia Corregida de Manga

$$P_c = 0.97 * 0.98 * 0.437$$

$$P_c = 0.41 \text{ Hp}$$

- **Numero de Bandas**

$$Nb = \frac{0.008}{0.41} = 0.195$$

$$Nb = 1 \text{ Banda}$$

- **Resumen**

Entrada: P=0.0075 a 40rpm

Factor de Servicio: Fs=1.1

Potencia de Diseño: Pd=0.008 Hp

Banda: Sección 3V, Longitud: L=56 in

Polea Motriz: D1=10.1 in, 1 ranura, 3V

Polea Conducida: D2=4.7 in, 1 ranura, 3V

Velocidad real de salida: 43 rpm

Distancia entre centros C=16.15 in

2.7. CAMARA DE PINTURA

La cámara de pintura es el lugar donde entran las bandas de cueros a ser pintadas por el sistema de manga giratorio, dentro de este se tiene el sistema neumático de las pistolas, el sistema de inyección de pintura y el moto reductor encargado del giro de la manga, además la parte constituyente es la estructura que debe ser construida con criterio semi hermético para evitar que el viento u otros agentes dañen el proceso, además con el fin de evitar que la nube de pintura se disperse por el lugar de trabajo.

2.7.1. ESTRUCTURA DE CAMARA DE PINTURA

La estructura se construirá para encerrar todo los elementos de pintado, soportar el peso de la manga de pintura y el motor reductor, por lo cual se realizó un diseño preliminar presentado en la siguiente imagen:

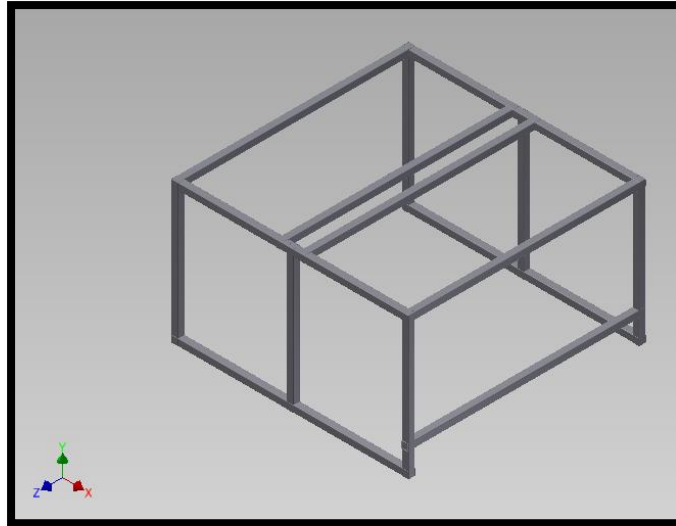


Figura 40. Estructura de cámara de pintado
Fuente: Autor

Los planos con medidas y formas se encuentran descritos en el ANEXO 6

2.7.2. MANGA DE PINTURA

La manga de pintura, es la que sostiene y conduce las pistolas de pulverización dentro de la cámara de pintura, esta diseñada para girar y generar líneas de pulverización en semi cruz sobre las bandas de cuero que es la forma de pintado que describe el manual de pintado para cuero. Los planos de medidas y materiales se encuentran descritos en el ANEXO 6.

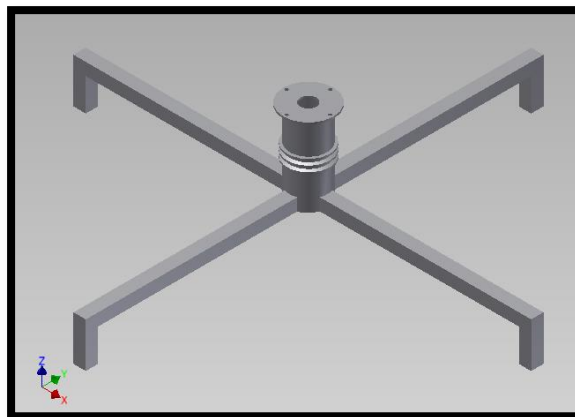


Figura 41. Manga de pintura
Fuente: Autor

2.7.3. SELECCIÓN DE PISTOLAS DE PULVERIZACION

Las pistolas de pulverización a utilizarse en el pintado de cuero deben tener características especiales: Alto grado de eficiencia, baja presión para no generar nube de pintura y bajo consumo de aire

Tomando en cuenta los parámetros mencionados se ha seleccionado las pistolas de pulverización por gravedad descrita a continuación:

CARACTERISTICA	CANTIDAD
Marca	PORTEN
Tecnología	LVLP
Eficiencia	70%
Presión	21 PSI
Consumo	4.3CFM
Boquilla	1.4mm

Tabla 5. Características de Pistola de Pulverización LPLV Porten

Fuente: (PORTEN, 2015)

Se ha seleccionado este tipo de pistola ya que cumple con la mayoría de requerimientos que se planteó y que la maquina necesita además los que la Fabrica Gama cueros tiene en su inventario.

2.7.4. DISEÑO DE SISTEMA NEUMATICO DE ACCION DE PISTOLAS.

El sistema neumático de acción de las pistolas debe ser capaz de transmitir la presión necesaria y soportar las condiciones de trabajo. Por lo cual se procede a diseñar y obtener las pérdidas de presión en cada elemento constitutivo del sistema con eso compensarla para al final tener la presión óptima en cada pistola.

2.7.4.1. FUNCIONES

- El sistema debe soportar la presión de todo el sistema
- Eficiente para la velocidad del fluido

2.7.4.2. PARAMETROS

Se usara tubería galvanizada de ½ pulgada ya que se encuentra presente en la mayoría de instalaciones de la empresa de modo que se consiga uniformidad.

El tamaño de las imperfecciones superficiales internas de la tubería en milímetros útil en los cálculos es de:

K=0.17mm

Tipo de tubería o de revestimiento (nuevo)	Valores de ϵ en cm	
	Intervalo	Valor de diseño
Latón	.00015	.00015
Cobre	.00015	.00015
Hormigón	.03-.3	.012
Fundición desnuda	.012-.06	.024
Fundición asfaltada	.006-.018	.012
Fundición revestida de cemento	.00024	.00024
Fund. revestimiento bituminoso	.00024	.00024
Fundición centrifugada	.0003	.0003
Hierro galvanizado	.006-.024	.015
Hierro forjado	.003-.009	.006
Acero comercial y soldado	.003-.009	.006
Acero roblonado	.09-.9	.18
Tubo estirado	.00024	.00024
Madera	.0 .018-.09	.06

Figura 42. Tipo de revestimiento de tuberías

Fuente: (Giles, 2000)

- Diámetro Interno de Tubería

D=15mm

• 1 Tubos ISO - 65



Denominación pulg.	Diámetro Exterior mm	Light-1		Light-2	
		Espesor e mm	Peso P Kg/m	Espesor e mm	Peso P Kg/6m
1/2	21,30	2,00	5,68	2,30	6,54
3/4	26,90	2,30	8,28	2,30	8,34
1	33,70	2,60	11,88	2,90	13,20
1 1/4	42,40	2,60	15,24	2,90	16,92
1 1/2	48,30	2,90	19,38	2,90	19,44
2	60,20	2,90	24,48	3,20	26,94
2 1/2	76,00	3,20	34,26	3,20	34,38
3	88,70	3,20	40,32	3,60	45,30
4	113,30	3,60	58,50	4,00	64,80

Figura 43. Tubería Galvanizada

Fuente: (NOVACERO, 2010)

- **Caudal**

Tabla 6. Caudal total de aire en pistolas

Elemento	Caudal	Cantidad	Total
Pistola LVLP	4.3 CFM	4	17.2 CFM

Fuente: Autor

- **Presión**

Tabla 7. Presión total de aire en pistolas

Elemento	Presión	Cantidad	Total
Pistola LVLP	22 PSI	4	88 PSI

- Viscosidad del aire $\nu=1.488 \times 10^{-5}$ (ANEXO 7)
- Coeficiente de pérdida en codos de 90° $k= 0.75$ (ANEXO 7)
- Coeficiente de pérdida en válvula de 2 vías $k=0.25$ (ANEXO 7)

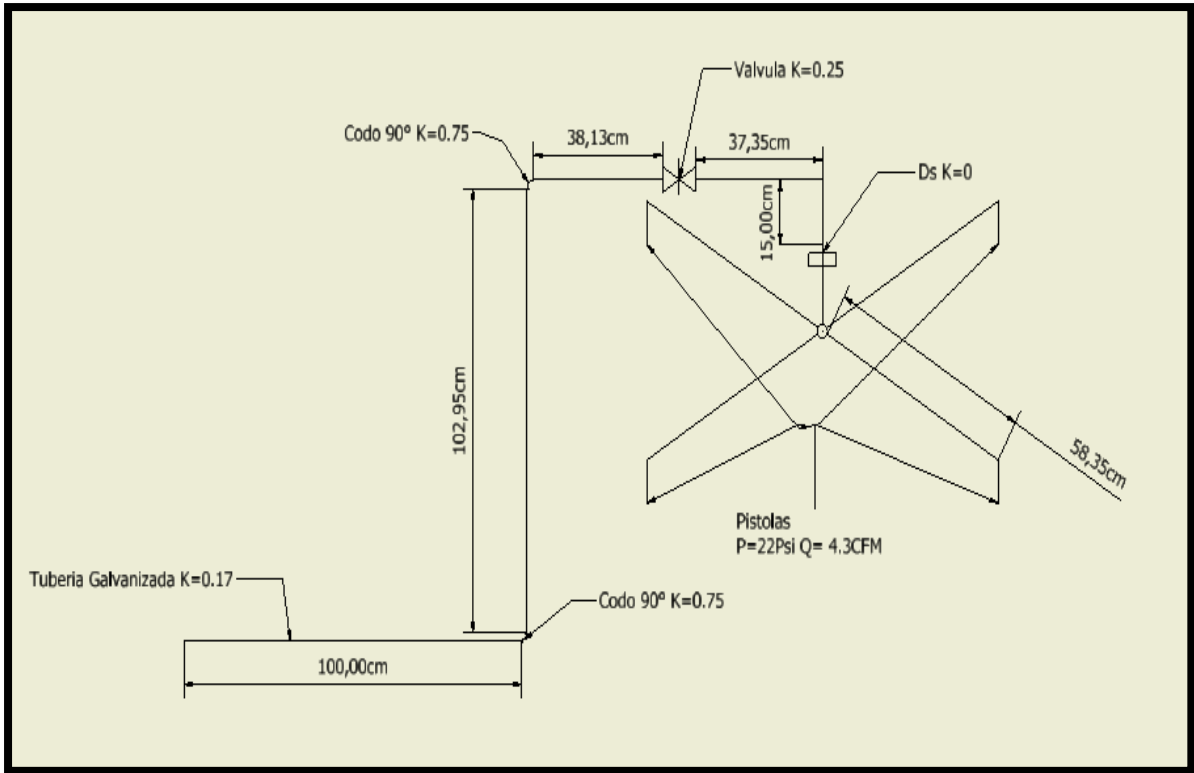


Figura 44. Esquema de diseño de sistema Neumático
Fuente: Autor

- **Velocidad de Fluido**

$$V = \frac{Q}{A}$$

Ecuación 45. Velocidad de Fluido

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$V = \frac{4 * 0.00812 \frac{m^3}{s}}{\pi(0.015m)^2}$$

$$V = 46 \text{ m/s}$$

- **Determinar la perdida dentro de todo el largo de la tubería**

$$\frac{K}{D} = \frac{0.17mm}{15mm}$$

$$Re = \frac{VD}{r}$$

Ecuación 46. Número de Reynolds

$$Re = 46320.56$$

$$f = 0.04$$

Fuente: Obtenido del libro de Mecánica de Fluidos Diagrama A-2 Coeficientes de perdida (ANEXO 7)

- **Aplicamos en dos puntos la ecuación de Bernoulli**

$$\frac{P1}{\rho g} + Z1 + \frac{V1^2}{2g} - k \frac{V1^2}{2g} - f \frac{L}{D} \frac{V1^2}{2g} = \frac{P2}{\rho g} + Z2 + \frac{V2^2}{2g}$$

Ecuación 47. Ecuación de Bernoulli

$$\frac{V1^2}{2g} = 107.61$$

$$\begin{aligned} \frac{P1}{\rho g} + 0.7 - (4(0.75) + 3 + 0.25)(107.61) \\ - \frac{(0.04)(0.4 + 0.4 + 0.84 + 0.8 + 0.1 + 0.1 + 0.2)}{0.015} (107.61) \\ = 1.54 + \frac{606738.59}{11.82} \end{aligned}$$

$$\frac{P1}{\rho g} = -0.7 + 672.56 + 814.96 + 1.54 + 51331.52$$

$$P1 = 624330.98 Pa$$

$$P1 = 91 Psi$$

2.7.4.3. SELECCIÓN DEL COMPRESOR

Para la selección del compresor necesario para que la maquina funcione correctamente y al 100% hay que tomar las siguientes para metros tomados de los resultados obtenidos anteriormente.

Tabla 8. Parámetros de selección de compresor

PARAMETRO	CANTIDAD
Presión	100 PSI
Caudal	18 CFM
Voltaje	220V

Fuente: Autor

2.7.5. DIFERENCIADOR DE FLUIDOS GIRATORIO

El diferenciador de fluidos giratorio es un elemento importante dentro de la cámara de pintura, conectada la estructura de la cámara con la manga de pintado, permite el paso de los fluidos mientras gira.

2.7.5.1. FUNCIONAMIENTO

La principal tarea del diferenciador de fluidos es permitir el paso de fluidos a través de él. Consta de dos piezas el macho y el hembra; una de las partes se encuentra estática sujeta a la estructura, la otra parte está adherida a la manga de pintado la cual gira.

A la parte que se encuentra estática se conecta las tuberías de aire y pintura que vienen desde afuera de la maquina; de la parte móvil salen las tuberías de aire y pintura a cada uno de los distribuidores que están conectados a cada pistola respectivamente.

Los fluidos tanto de aire como de pintura ingresan por las tuberías respectivas hacia el interior del diferenciador el cual se encarga de distribuir los fluidos por los conductos internos mientras gira y permite el paso de dichos fluidos sin ningún atascamiento interno. Su principal fin es permitir el paso de dos diferentes tipos de fluidos al mismo tiempo sin mezclarlos mientras gira.

2.7.5.2. CARACTERISTICAS

Parte	Tipo	Dimensión
Entradas	Rosca Macho	3/8 in
Salidas	Rosca Macho	3/8 in
Conductos internos	Redondo	8mm
Orines	Redondo	1/4 in

Tabla 9. Características Mecánicas del Diferenciador de fluidos

Fuente: Autor

Ver Plano en ANEXO 6

2.7.5.3. PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Para obtener los parámetros de funcionamiento se sometió al diferenciador de fluidos a pruebas mecánicas de presión y paso de fluidos

Presión de prueba	Resultado
20 PSI	Estable
50 PSI	Estable
100 PSI	Estable
150 PSI	Inestable

Tabla 10. Prueba de Presión

Fuente: Autor

Presión máxima de trabajo 150 PSI

Además se aplicó una prueba de fluidos para mirar el caudal al que trabaja el diferenciador del cual tenemos la siguiente tabla.

	Cantidad de Fluido	Tiempo de paso	Caudal
Prueba 1	1 litro	10 s	0.1 L/s
Prueba 2	5 litros	40 s	0.1 L/s
Prueba 3	7 litros	60 s	0.1 L/s

Tabla 11. Prueba de paso de fluido

Fuente: Autor

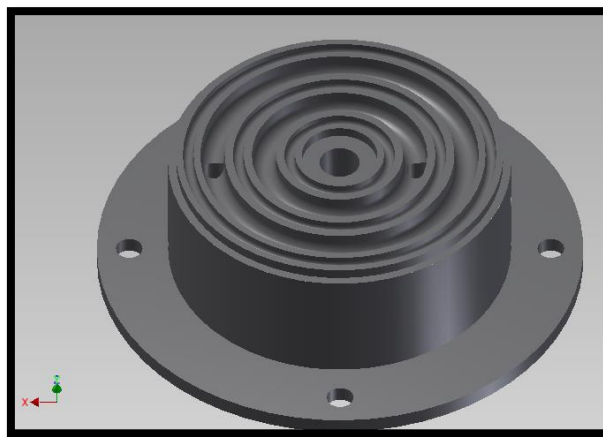


Figura 45. Pieza Macho del Diferenciador

Fuente: Autor

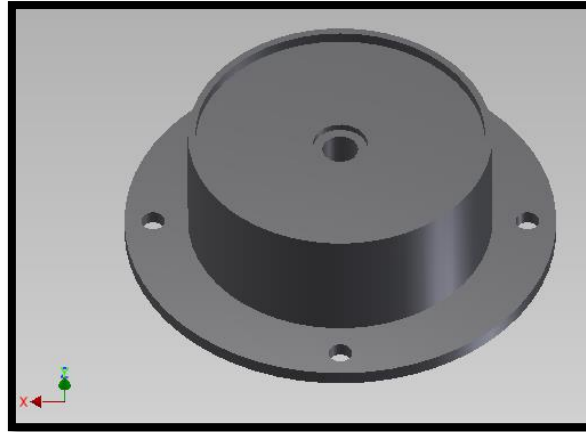


Figura 46. Pieza hembra del diferenciador
Fuente: Autor

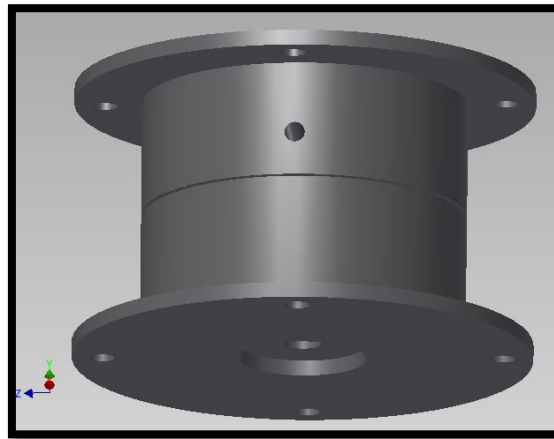


Figura 47. Diferenciador ensamblado
Fuente: Autor



Figura 48. Diferenciador de Fluidos desarrollado
Fuente: Autor

3. CAPITULO 3

DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACION

3.1. INTRODUCCION

En el presente capitulo se detalla la selección de los elementos eléctricos y de control necesarios para el desarrollo de la máquina, además el diseño y ensamblaje del sistema de control y automatización.

3.2. SELECCIÓN DE ELECTROVALVULA PARA AIRE.

Para funcionamiento de las pistolas se requiere la presencia de aire, el cual se controlara a través de una electroválvula, entonces es importante la selección de este elemento de control el cual se describe a continuación:

Tomando los datos obtenidos en la sección 2.7.8., del diseño del sistema neumático.

PARAMETRO	CANTIDAD
Presión	91psi
Diámetro	3/8 in
Caudal	8.12 l/s
Voltaje	220V

Tabla 12. Parámetros reales para la selección

Fuente: Autor

Con los parámetros descritos anteriormente se procedió a seleccionar la electroválvula que cubra todos.

CARACTERISTICA	CANTIDAD
Serie	QSV-38
Presión	100bar
Diámetro	3/8 in
Caudal	100 l/s
Voltaje	230V
Potencia	8W

Tabla 13. Características Electroválvula QUALITY

Fuente: Catalogo Electroválvulas Quality

En vista que cumple dichos parámetros se utilizara esta electroválvula.



Figura 49. Electroválvula QVS-38
Fuente: Autor

3.3. SELECCIÓN DE MOTOR REDUCTOR DE LA MANGA DE PINTURA

Para el funcionamiento de la manga de pintura se necesita de un motor reductor con la capacidad suficiente para generar el movimiento giratorio y mover las pistolas. Las características que requiere el motor reductor son las siguientes:

El torque que se toma como dato se obtiene del inciso 2.6.7.

PARAMETRO	CANTIDAD
Voltaje	220V
Torque	1.35 Nm
Potencia	0.0072 hp
velocidad	40 rpm

Tabla 14. Parámetros de diseño para motor reductor de manga
Fuente: Autor

Con las características redactadas anteriormente seleccionamos un motor reductor. Pero al no existir motor reductor con características tan bajas se ha seleccionado un motor reductor que cumpla con la mayoría de los parámetros de torque y potencia.

CARACTERISTICAS	CANTIDAD
Voltaje	220 V
Torque	14.5 KNm
Potencia	0.5 HP
Velocidad	20 rpm

Tabla 15. Características de Moto reductor CSM
Fuente: Placa de características Motor reductor

3.4. SELECCIÓN DE CONTACTOR PARA MOTOR DE MANGA DE PINTURA

Para el encendido del motor de la manga se necesita de un contactor el cual accionara el motor cuando sea dada la orden remota por parte del controlador.

Características Motor:

CARACTERISTICAS	CANTIDAD
Marca	CSM Motor
Potencia	0.37 KW
Voltaje	220V
Amperaje	2.9 A
Velocidad	1630rpm
Fp	0.98
IP	54

Tabla 16. Características de motor de manga de pintura

Fuente: Catalogo de Motores CSM Motor

Con las características del motor mencionados anteriormente se seleccionará el contactor con las características suficientes para soportar y accionar dicho motor.

Entonces se seleccionó el contactor que se describe a continuación:

PARAMETRO	CANTIDAD
Marca	LSis
Serie	MC-9b
Tipo	AC3
Voltaje	200/240V
Potencia	2.5Kw
Amperaje	11 Amp

Tabla 17. Características de Contactor LS

Fuente: Catalogo Contactores LS

3.5. SELECCIÓN DE RELE TERMICO PARA PROTECCION DEL MOTOR DE MANGA

Tomando en cuenta las características del motor para la manga de pintura se ha seleccionado un relé térmico para proteger de cualquier daño por sobrecalentamiento o sobre corriente, con las características siguientes.

PARAMETRO	CANTIDAD
Marca	LSis
Serie	MT-32/3K
Voltaje	AC3 220V
Amperaje	5-8 Amp
Coeficiente x unidad	22.00

Tabla 18. Parámetros del Relé Térmico LS

Fuente: Catalogo Relé térmico LS



Figura 50. Ensamble de Contactor y relé térmico
Fuente: Autor

3.6. ACONDICIONAMIENTO DE SENSOR DE PRESENCIA DE INICIO DE PROCESO

Para que el proceso de pintado de la banda de cuero inicie, es importante identificar el momento preciso de inicio; para lo cual se utilizara una fotocelda como sensor de presencia, acondicionada de manera adecuada para que identifique la entrada del cuero a la cámara de pintado, e inicie el proceso.

3.6.1. DISEÑO DE CIRCUITO

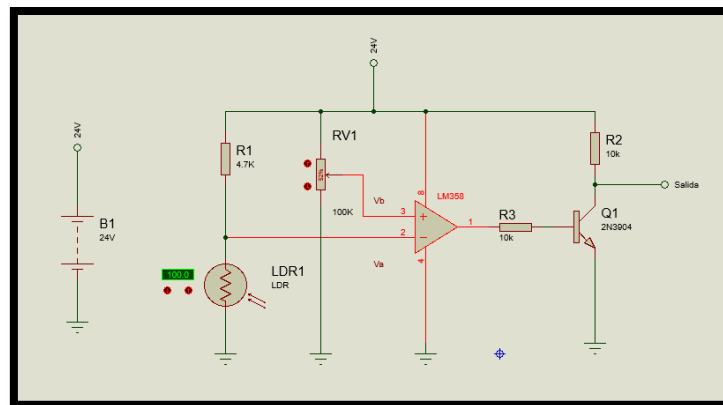


Figura 51. Esquema de circuito acondicionador de LDR
Fuente: Autor

Aplicando criterio de los amplificadores operacionales se construyó en configuración de comparador donde:

Va: Voltaje de la Fococelda o LDR

Vb: Voltaje de comparación o de potenciómetro de regulación

Vseñal: Voltaje de salida

Cuando:

Va > Vb: el voltaje de señal es 0V eso quiere decir presencia de luz ninguna acción.

Va < Vb: el voltaje de señal es 24V eso quiere decir sin presencia de luz acciona la cámara de pintura.

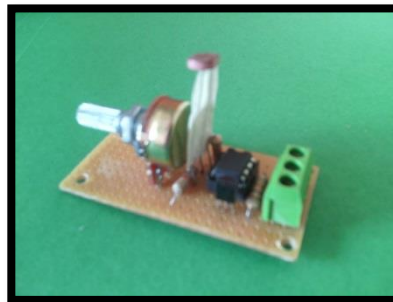


Figura 52. Circuito desarrollado
Fuente: Autor

3.7. SELECCIÓN DE MOTOR REDUCTOR PARA CINTA TRASPORTADORA

Para el funcionamiento de la cinta transportadora se necesita de un motor reductor con la capacidad suficiente para generar el movimiento giratorio. Las características que requiere el motor reductor son las siguientes:

El torque que se toma como dato se obtiene del inciso 2.4.3. Y 2.4.4.

PARAMETRO	CANTIDAD
Voltaje	220V 3P
Torque	26 Nm
Potencia	0.077 HP
Velocidad	21 rpm

Tabla 19. Parámetros de diseño para motor reductor de manga
Fuente: Autor

Con las características redactadas anteriormente seleccionamos un motor reductor. Pero al no existir motor reductor con características tan bajas se ha seleccionado un motor reductor que cumpla con la mayoría de los parámetros; y los parámetros de torque y potencia el sistema consume lo que necesita y no existe sobre dimensionamiento.

PARAMETRO	CANTIDAD
Marca	HEW
Voltaje	220 Vac Δ
Torque	30 Nm
Potencia	2.32 hp
Velocidad	200 rpm

Tabla 20. Características de Moto reductor

Fuente: Placa de características Motor reductor

3.8. SELECCIÓN DE VARIADOR DE FRECUENCIA PARA MOTOR DE CINTA TRASPORTADORA

Con las características del motor reductor seleccionaremos un variador ya que la velocidad de la cinta debe ser de aproximadamente de 21 rpm, en esta necesidad requerimos de un variador que reduzca la velocidad del motor.

PARAMETRO	CANTIDAD
Marca	HEW
Voltaje	220Vac Δ
Amperaje	1.47 Amp
Potencia	0.25Kw
Velocidad	1390 rpm
Cos φ	0.74
IP	54

Tabla 21. Características de Motor reductor de cinta trasportadora

Fuente: Placa de características de cinta trasportadora

Con las características mencionadas anteriormente seleccionaremos el variador con las características suficientes para controlar el motor reductor de la cinta trasportadora.

PARAMETRO	CANTIDAD
Marca	Yaskawa V1000
Modelo	CIMR- VU2A0006FAA
Voltaje	AC 200-240 V 50/60 Hz 2.7 Amp.
Potencia	1.1Kw
IP	20

Tabla 22. Características de Variador de frecuencia.

Fuente: Manual de usuario de Yaskawa V1000

3.9. DESCRIPCION Y SELECCIÓN DEL SISTEMA CONTROL

3.9.1. FLUJOGRAMA DE LA SECUENCIA DE CONTROL

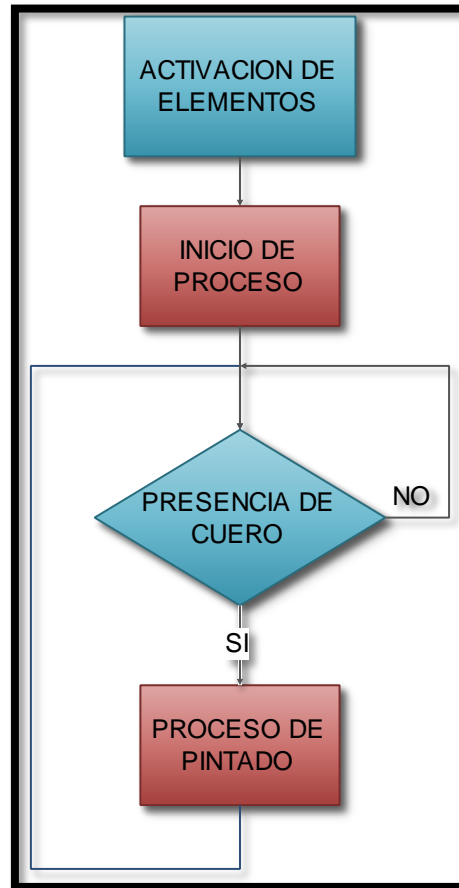


Figura 53. Flujograma de funcionamiento de la máquina

Fuente: Autor

3.9.2. SELECCIÓN DEL CONTROLADOR

Todas las funciones de la máquina necesitan ser autómatas, por lo cual se ve en la necesidad de usar un controlador de nivel industrial o PLC para que este por medio de la programación e instrucciones predefinidas haga de la máquina y sus elementos un proceso automático.

La máquina de pintado de cuero tiene varios elementos que hay controlar: electroválvula de aire, la bomba de pintura, el motor la manga de pintura, el motor de la cinta transportadora y las señales visuales, además algunas entradas: entradas de mando run, stop, velocidad de cinta, sensor de presencia de cuero, activadores de los elementos, con todos los elementos mencionadas anteriormente se requiere un controlador con 13 entradas y 8 salidas.

3.9.2.1. PLC LOGO! 0BA6 12/24

Siemens LOGO 0BA6 es un PLC de gama baja con entradas digitales de 12 a 24 Vdc y salidas tipo relé, el PLC en si solo consta de 8 entradas y 4 salidas, para lo cual se ve en la necesidad de usar un módulo de expansión de la misma serie para cubrir la demanda de entradas y salidas que requiere la máquina.

El módulo de expansión que se usara es el DM8 12/24R, este módulo trabaja de 12 a 24 Vdc y consta de 4 entradas digitales y 4 salidas tipo relé, entonces sumado a las que tiene el PLC cubre los requerimientos.

3.9.2.2. Características

- Capacidad de expansión, se puede añadir módulos de entradas y salidas digitales además módulos de entradas y salidas especiales como: analógicos, de lecturas de sensores de temperatura y módulos HMI.
- Funciones especiales de interrupciones de programa.
- Reloj interno para controles de temporización a corto y largo plazo
- Comando en la pantalla principal para chequeo de entradas y salidas, además modificación de programa a través de las teclas HMI



Figura 54. PLC Logo
Fuente: Autor

3.9.3. RELE DE INTERFAZ

El PLC LOGO 0BA6 al ser un controlador de gama baja no tiene la resistencia suficiente para soportar fuertes cargas en las salidas tipo relé, este se encuentra limitado, por lo cual es importante usar relés de interfaz.

Los relés de interfaz sirven para separar galvánicamente al controlador de las cargas eléctricas elevadas, ya que se necesita activar algunos elementos de media potencia como la electroválvula para aire que funciona a 220V con una potencia de 8W y demás, se ha seleccionado el siguiente:

PARAMETRO	CANTIDAD
Marca	Telemecanique
Serie	RXN 41G11 B7
Bobina	24 Vdc/ 5W
Contactos	4 NO 4NC
Salidas	250 Vac/ 5A

Tabla 23. Características de Relé interfaz Telemecanique
Fuente: Catalogo de relés de Interfaz Telemecanique

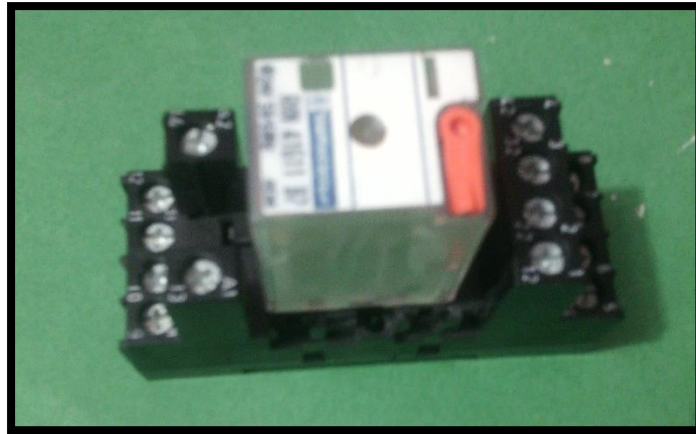


Figura 55. Relé de Interfaz Telemecanique
Fuente: Autor

3.9.4. FUENTE DE VOLTAJE DC DELTA

Sabiendo que todo el sistema es de nivel industrial controlado por un PLC es necesario añadir una fuente de voltaje DC a 24V, tanto para la alimentación del PLC como para la activación de los relés de interfaz.

Para seleccionar la fuente de voltaje es de vital importancia identificar cual es la potencia que consumirán los elementos a ser alimentados, descritos en la siguiente tabla.

Elemento	Cantidad	Potencia	Potencia total
PLC LOGO	1	3W	3W
Módulo DM8 12/24R	1	2W	2W
Sensor presencia	1	1W	1W
Relé interfaz	4	5W	20W
		TOTAL	26W

Tabla 24. Potencias consumidas por los elementos de control.
Fuente: Autor

Con la potencia total encontrada de la suma de todas las potencias consumidas por los elementos alimentados por la fuente tenemos 26W a 24Vdc, la seleccionada describimos a continuación.

Marca	Delta CliQ
Serie	DRP024V060W1AZ
Voltaje input	100-240Vac
Amperaje input	1 A
Voltaje output	24 Vdc
Corriente output	2.5 A
Potencia output	60W
Frecuencia	50-60Hz

Tabla 25. Características Fuente de Voltaje Delta

Fuente: Manual de Fuente Delta CliQ



Figura 56. Fuente de Voltaje Delta

Fuente: Autor

3.9.5. ELEMENTOS DE PANEL CONTROL

En el panel de control se requiere de algunos controles los cuales se dividen en: control, selección y activación. Los elementos de control son la conexión entre el operador y máquina para transmitir las decisiones de trabajo o control, los elementos que van en el panel de control los describiremos a continuación:

ELEMENTO	FUNCION
Pulsador Paro de emergencia NC rojo	Para totalmente la maquina ante cualquier daño
Pulsador NO verde	Arranca la maquina
Pulsador NC Rojo	Para la maquina cuando ya no se necesite
Selector de 3 posiciones	Indica al PLC la velocidad de la banda
Selector de 2 posiciones 1	Indica ciclo de limpieza activado
Selector de 2 posiciones 2	Activa en presente a electroválvula de aire
Selector de 2 posiciones 3	Activa en presente al motor de Manga
Selector de 2 posiciones 4	Activa en presente a cinta trasportadora
Selector de 2 posiciones 5	Activa en presente a bomba de pintura

Tabla 26. Descripción de los elementos del panel de control y sus funciones

Fuente: Autor



Figura 57. Panel de control

Fuente: Autor

3.10. AUTOMATIZACION DE LA MAQUINA

Para el desarrollo de la programación e instrucciones es importante destacar los elementos a ser controlados y establecer las funciones que la maquina realizara a través de la programación.

Definir las entradas y salidas de señal, identificando que función realizará cada una de ellas predefiniendo con Tags o códigos de identificación; como en este caso se programa sobre la base del PLC Logo, este es muy versátil y la identificación de entradas y salidas se puede definir con nombres sencillos que ayudan a la programación.

3.10.1. SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA

Para efecto de la programación es necesario definir las entradas y salidas que se usara del PLC, asignando la dirección interna de cada entrada y salida de acuerdo a su función.

Es importante también asignar a las entradas y salidas un código de conexión externa, para realizar el montaje del PLC y sus conexiones a cada terminal de entrada y de salida con el fin de llevar esta identificación dentro de la máquina.

Entrada/salidas		TAG	DESCRIPCION	Código de conexión externa
Entrada	I1	Emer	Pulsador de emergencia	1
Entrada	I2	Arran	Pulsador NO arranque verde	2
Entrada	I3	Paro	Pulsador NC paro rojo	3
Entrada	I4	Sensor	Sensor de presencia	4
Entrada	I5	Fondo	Selector de velocidad posición 1	5
Entrada	I6	Pintura	Selector de velocidad Posición 2	11
Entrada	I7	Limpieza	Selector de ciclo de limpieza	12
Entrada	I8	Int_Aire	Selector activación de electroválvula de aire	13
Entrada	I9	Int_Manga	Selector de activación de motor de manga	14
Entrada	I10	Int_Banda	Selector de activación de Cinta transportadora	15
Entrada	I11	Int_Bomba	Selector de activación de bomba de pintura	21
Salida	Q1	Aire	Activa electroválvula	22
Salida	Q2	Pitura	Activa bomba de pintura	23
Salida	Q3	Manga	Activa motor de manga	24
Salida	Q4	L_Verde	Enciende luz verde de arranque	25
Salida	Q5	L_Roja	Enciende luz roja de parado	31
Salida	Q6	SW1	Activa entrada de velocidad multipasos del variador de velocidad	32
Salida	Q7	SW2	Activa entrada de velocidad multipasos del variador de velocidad	33
Salida	Q8	S1	Activa arranque de motor a través del variador	34

Tabla 27. Descripción de las entradas y salidas del PLC Logo.

Fuente: Autor

3.10.2. DIAGRAMA GRAFCET

Para ayudar a una correcta programación de la secuencia de trabajo de la maquina se desarrolla el diagrama grafcet que ayuda a los programadores industriales a identificar las etapas que la maquina tiene durante todo su ciclo de trabajo, que señales de entrada y de salida pueden se activas o desactivadas y cuál es su función resultante.

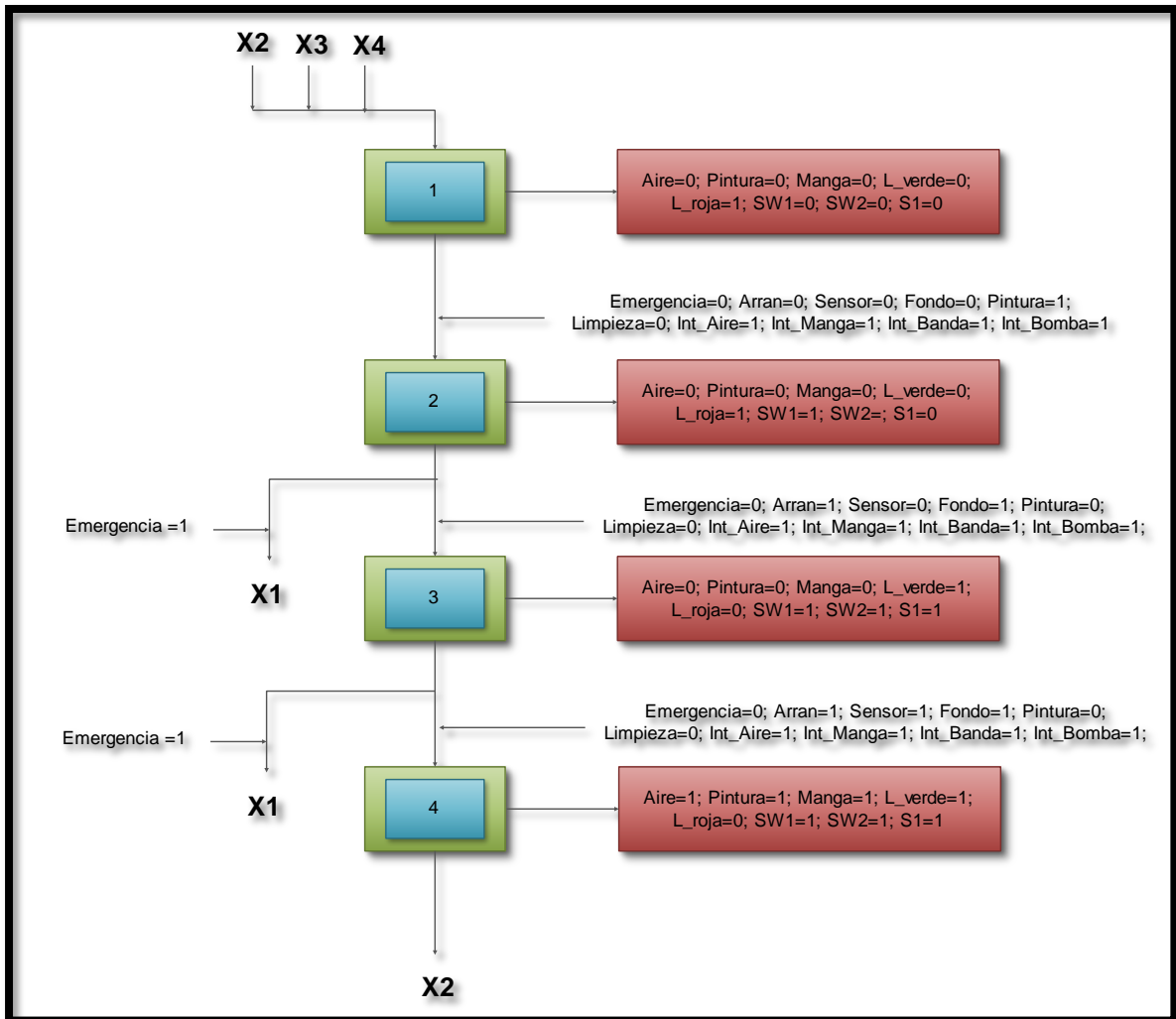


Figura 58. Diagrama Grafcet de la maquina
Fuente: Autor

4. Capítulo 4

IMPLEMENTACION DE LA MAQUINA DE PINTADO DE CUERO

En el presente capítulo, se refiere a la implementación y construcción de la maquina pintadora de cuero, así también a materiales, herramientas y recursos utilizados para su desarrollo, diagramas de instalación, pruebas y ajuste predeterminados que debe tener la máquina.

4.1. DIAGRAMA DE CONTRUCCION

La máquina de pintado de cuero consta de varios pequeños sistemas para su funcionamiento los cuales se subdividen de la maquina donde cada uno de ellos tiene sus elementos y dispositivos que se agrupan para realizan el trabajo de pintado.

- Estructura principal
- Cinta trasportadora
- Cámara de pintura
- Sistema de control

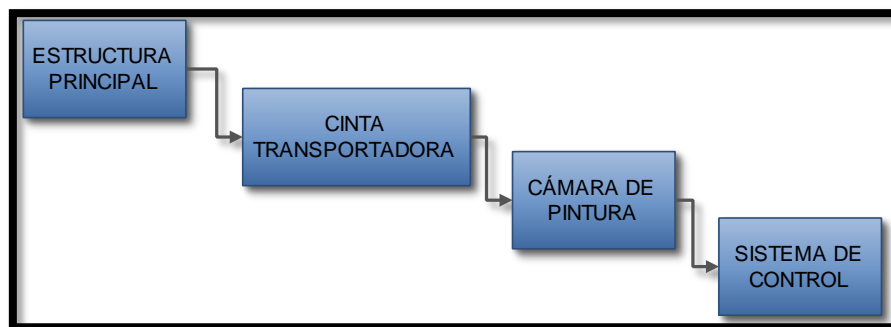


Figura 59. Diagrama de construcción

Fuente: Autor

4.2. FUNCIONAMIENTO

La máquina de pintado de cuero tiene como objetivo principal pintar las bandas de cuero del color deseado en tres funciones diferentes fondeado, pintura y lacado.

Al encender las maquina el operador debe accionar cada uno de los interruptores de los elementos principales que constituyen la máquina, antes de iniciar el proceso; como consiguiente se debe seleccionar el tipo de proceso que va a realizar la máquina.

Una vez seleccionado el proceso se puede presionar el botón de arranque entonces comenzara a moverse la cinta transportadora a la velocidad elegida por el operador en la selección del tipo de proceso. La cinta se moverá de manera continua hasta que el operador decida para la maquina con el botón de parar.

Las bandas de cuero se deben ubicar de manera manual sobre la cinta transportadora la cual ingresa a la cámara de pintado, antes de ingresar se detecta la presencia de la banda de cuero por medio del sensor de presencia el cual da la orden de encender la manga de pintura. Donde primero arranca el motor reductor que hace girar las pistolas, luego se acciona la bomba que eleva la pintura hacia las pistolas de pulverización y por consiguiente se activa la electroválvula que deja pasar el aire hacia las pistolas y se produce la pulverización y pintado de la banda de cuero.

Si se sigue ingresando bandas de cuero, el sensor de la misma manera mantendrá activa la cámara de pintura, por lo contrario si el sensor ya no detecta las bandas de cuero dará la orden de detener la cámara de pintado más no la banda transportadora.

Las bandas de cuero son retiradas de la cinta transportadora de manera manual y son llevadas al sector de secado.

4.3. CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL

La estructura principal es la que se diseña y construye para soportar todos los elementos de la máquina, de manera que permanezca firme ante la adición de cargas estáticas y dinámicas.

4.3.1. MATERIALES

La estructura se construirá como se seleccionó en el capítulo 2 en un mismo tipo material toda la estructura para mantener uniformidad que es importante en una máquina. Se construyó en los siguientes materiales:

Material	Tipo	Forma	Dimensiones
ASTM A500	Tubería estructural	Tubo cuadrado	50x50mm e=1.5mm

Tabla 28. Tubo estructural 50x50x1.5mm

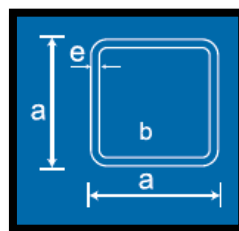


Figura 60. Tubo estructural
Fuente: Catalogo NOVACERO

4.3.2. CONSTRUCCIÓN

Los tubos estructurales vienen de fábrica en segmentos de 6 metros por lo cual para la construcción a las medidas especificadas en el capítulo 2 en necesario cortar, el corte se debe realizar con sierra manual de hierro y con escuadra, con los cortes a 45° para facilitar el ensamble y no queden huecos vistos de los mismos tubos.

Esto se debe realizar como se menciona anteriormente para obtener una estructura hermética y firme.

4.4. CONSTRUCCIÓN DE CINTA TRANSPORTADORA

La cinta trasportadora que debe usar la maquina es por cables de acero separados 2 centímetros uno del otro para semejar una banda, la constitución de la banda debe ser de esta manera para evitar en lo posible la adherencia de la pintura y manchar las bandas de cuero por acumulación de pintura.

Para el caso se está maquina se remplazara los cables de acero por piolas de nylon que tienen el mismo grado de resistencia y además el grado de adherencia de pintura es minima por su constitución plástica.

Los tambores se construyeron con ranuras de 3x3mm separados 20mm donde se alojaran las piolas y además servirán como guías para formar la cinta.

4.4.1. INSTALACIÓN DE TAMBORES

Los tambores se instalaron sobre la estructura a través de chumaceras de pared las cuales a su vas se instalan sobre unas planchas previamente construidas y soldadas sobre la estructura, así también perforas al modelo de la chumacera para su montaje.



Figura 61. Tambor conducido
Fuente: Autor



Figura 62. Instalación sobre chumacera de pared
Fuente: Autor

4.4.2. ENSAMBLE DE PIOLAS DE NYLON

Las piolas de nylon para ser ensamblas sobre los tambores se requiere que tengan un perímetro cerrado de 6 metros, por lo cual se procedió a cortar en segmentos de 6 metros y unir las puntas.

Las puntas fueron unidas por juntas de acero, en las cuales entran las puntas del nylon y por medio de golpe o prensadas se sella la unión y teniendo como resultado una unión que soporta la tensión ejercida por los tambores al ser templados.



Figura 63. Instalación de piolas de nylon
Fuente: Autor



Figura 64. Templado de piolas de nylon
Fuente: Autor

4.4.3. MONTAJE DE MOTOR

El motor reductor se sujetó sobre una de las patas de la estructura principal.

Por medio de pernos se sujetó a una lámina base en la que de la misma manera se emperno al motor reductor.

Adicional a esto también se configuro al motor trifásico en conexión delta del cual se sacó por medio de cable revestido de tres hilos AWG 14 hacia el panel de control.



Figura 65. Instalación de motor trifásico de cinta
Fuente: Autor

4.4.4. INSTALACION DE POLEA Y BANDA EN V

De acuerdo a los cálculos para seleccionar de la polea y banda en V determinados en el capítulo 2, es necesario conseguir una polea de 4 pulgadas

Con la polea se procedió a instalar sobre el eje del tambor conductor de la cinta transportadora, fue necesario adecuar la polea al diámetro del eje llevándola al torno donde se requirió un diámetro de 32mm.

Después de este proceso se sujetó al eje por medio de un prisionero de 5/16 de pulgada.

Con la longitud de la banda determinada en el capítulo 2 se compró la banda DAYCO A- 40 que tiene un perímetro de 40 pulgadas que es lo que se necesita.

El montaje se realizó de manera sencilla notándola sobre la polea de mayor diámetro y luego por recorrido sobre la polea de menor diámetro.



Figura 66. Instalación de polea y banda en V

Fuente: Autor

4.4.5. PROTECTOR DE BANDA

La instalación del protector de banda es importante por seguridad, ya que como el proceso en continuo el operador puede correr el riesgo de atrancamiento y sufrir alguna lesión, entonces el objetivo es proteger al operador y la banda de cualquier daño.

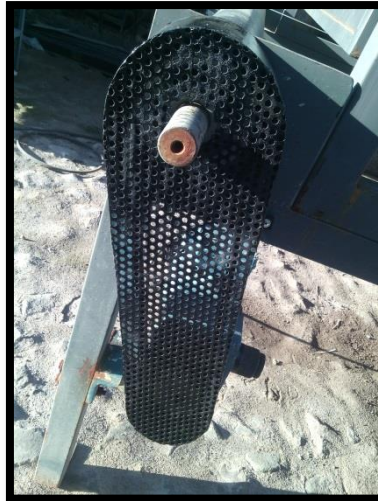


Figura 67. Protector de banda y polea
Fuente: Autor

4.5. CONSTRUCCION DE CAMARA DE PINTURA

La cámara de pintura tiene como función principal pintar las bandas de cuero por medio de la manga de pintado giratoria a través de las pistolas de pulverización instaladas en cada uno de los brazos de la manga

4.5.1. ESTRUCTURA DE LA CAMARA DE PINTURA

La estructura de la cámara se construyó en el mismo material que se construyó la estructura principal para guardar la uniformidad de la máquina.

Adicional a esto se fabricaron las puertas que sirven para hermetizar la cámara de pintura además como protección de todos los elementos internos de la cámara. También para seguridad del operador ya que la manga gira a poca velocidad pero con un gran torque que puede producir daños.



Figura 68. Cámara de pintado
Fuente: Autor

4.5.2. INSTALACION DE DIFERENCIADOR DE FLUIDOS

El diferenciador de fluidos se encarga de conducir el aire y la pintura por su interior mientras gira manga, este tiene dos entradas y dos salidas, por la primera entrada entran aire comprimido y por la segunda entra la pintura.

Este se sujeta a la estructura de la cámara de pintura por medio de una junta tipo brida sujeta por 4 pernos de 3/8 de pulgada.



Figura 69. Diferenciador de fluidos
Fuente: Autor

4.5.3. MANGA DE PINTURA

La manga de pintura figura a un brazo con cuatro ramificaciones en las cuales en cada ramificación se encuentra una pistola de pulverización.

La manga de pintura se encuentra construida en tubo cuadrado estructural de 38mmx 1.5mm y su eje principal en tubo redondo cedula 40.



Figura 70. Manga de pintura instalada
Fuente: Autor

4.5.4. MOTOR DE MANGA

Este motor se encarga específicamente de hacer girar la manga de pintado junto con las pistolas de pulverización, además genera que las pistolas den un pintado semi-cruzado a las bandas de cuero, que es lo recomendable para tener un excelente terminado con una plena convertida de pintura.

El motor que se montó como se muestra en la figura 68 se seleccionó en el capítulo 3 y cumple con las características que requiere específicamente la manga de pintura.

Se encuentra anclado a través de una base con pernos a la estructura de la cámara de pintado, que además la base tiene ranuras de recorrido que ayudan a templar las bandas en V.



Figura 71. Motor de manga ensamblado
Fuente: Autor

4.5.5. INSTALACION DE POLEA Y BANDA EN V

El motor de la manga genera a la salida 20rpm pero la manga requiere girar a 40rpm por lo que es necesario poner una polea el doble de diámetro de la que se encuentra ya fabricada sobre la manga, así tomando en cuenta estos parámetros se seleccionó una polea de 10 pulgadas de diámetro que además se encuentra descrita con más detalles en el capítulo 2.

La polea de encuentra sujeta la eje de la salida del motor reductor por medio de un perno prisionero de 3/8 de pulgada que viene pre-construido en las polea.

Se requirió ampliar el hueco central de la polea al diámetro del eje del motor reductor a 32mm.

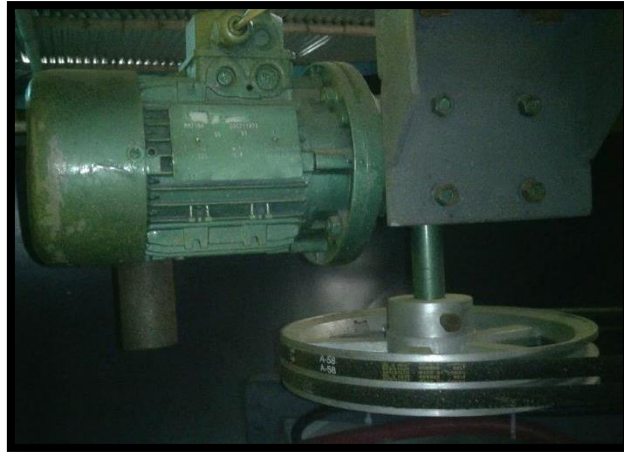


Figura 72. Instalado de polea
Fuente: Autor

Las bandas que se usaron son las bandas A-58 en marca DONGIL que están diseñadas con propósito general pero son muy útiles para poleas de aluminio y alto torque.

A-58 corresponde a la forma de la banda y al perímetro que tiene, en este caso la longitud de la banda que se requiere que fue calculado en el capítulo 2 es de 58 pulgadas



Figura 73. Puesta de bandas en V
Fuente: Autor

4.5.6. PISTOLAS DE PULVERIZACION

Las pistolas de pulverización que se seleccionaron son las de alta gama LPLV marca PORTEN con boquilla de 1.4 estas son de gravedad y trabajan a bajas presiones aproximadamente 22 psi lo que hace que el sistema neumático no soporte altas presiones.

Cada una de las pistolas se encuentran alimentadas con aire y con pintura a través de cada una de las tuberías

Las pistolas están sujetas a cada brazo por medio de un perno aprisionaron, además cada brazo cuenta con mecanismo que acá pistola le da un grado de libertad para ajustar el área de pintado.



Figura 74. Pistola de pulverización
Fuente: Autor

4.5.7. INSTALACION DE ELECTROVALVULA DE AIRE

La electroválvula de aire es la que se controla para dar paso del aire hacia las pistolas de pulverización, se instaló en la parte superior de la maquina ya que la alimentación de aire viene en línea aérea.

La electroválvula que se seleccionó se describe en el capítulo 3, esta es de 3/8 de pulgada de diámetro ya que la maquina tiene la tubería de aire en 3/8, la alimentación de aire se realizó a través de tubería galvanizada de 1/2 pulgada con un reducción a 3/8 para conectarla al entrada de la electroválvula.



Figura 75. Electroválvula instalada
Fuente: Autor

4.5.8. TUBERIA DE AIRE Y PINTURA

La instalación de tubería de aire se realizó en tubo galvanizado de 1/2 pulgada, desde el lugar donde se encuentra el compresor hacia el lugar donde se instaló la máquina.

Se construye en tubo galvanizado ya que este tubo es el más común en las instalaciones de aire, además por su constitución puede soportar altas presiones de fluidos. En este caso es muy útil para 90psi que trabaja el sistema neumático.

Tubería para conducción de agua, aire y gas NMX-B-177				
Diámetro nominal	Diámetro exterior	Espesor	Peso	Presión de prueba ASTM A-53
13mm	21.3mm	2.77mm	1.27 Kg/m	50 Kg/cm ²

Tabla 29. Tubería galvanizada para aire

Fuente: Catalogo NOVACERO

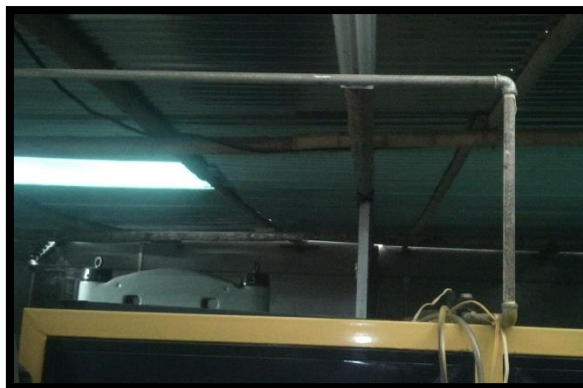


Figura 76. Tubería de aire conectada
Fuente: Autor

La tubería para la pintura se la realizo en mangueras especiales que soportan el paso de fluidos densos y adherentes como combustibles y pinturas.

Manguera H11506				
Diámetro	Rango de temperatura	Presión	Material	Uso
3/8 in	-40 a 180°F	300 Psi	Nitrilo de Vinilo	Aire, agua, operaciones neumáticas, sistemas aceitosos aéreos

Tabla 30. Manguera para pintura H11506

Fuente: <http://cemacoples.com/H115>

Se usó la manguera H11506 ya que es la ideal para fluidos densos y adherente por su cubierta interna de Vinilo que tiene un coeficiente de rozamiento casi nulo lo que hace que cualquier fluido no se adhiera a las paredes y sea muy eficiente su paso.



Figura 77. Tubería de pintura (color rojo)

Fuente: Autor

4.6. CONTRUCCION DE SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control se construyó en un gabinete panel de 60x60x20cm, el cual se agruparon, anclaron y conectaron cada uno de los elementos de acuerdo al plano de conexiones.

Se ubicaron los elementos de acuerdo a la necesitas de las conexiones.

4.6.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control consta de varios elementos que se pueden subdividir en dos grupos los controladores y actuadores:

Elementos	Cantidad	Descripción
Disyuntor 3 Polos 10 Amp	1	Alimentación general de la maquina
Disyuntor 2 polos 2 Amp	1	Alimentación de Controlador
Fuente Delta 24Vdc 2.5 Amp	1	Fuente para PLC
PLC LOGO	1	Controlador del a maquina
Módulo de Expansión DM8	1	Entradas y salidas adicionales del PLC
Relé interfaz 24V a 250Vac 5A	4	Interfaz entre PLC y actuadores
Contacto 3polos a 220Vac 9Amp	1	Controlador de Motor de manga
Rele térmico 5 Amp	1	Protección térmica de motor de manga
Variador de frecuencia 2P220Vac 3.5Kw	1	Controlador de motor de cinta transportadora
Borneras	7	Conexiones a elementos externos
Sensor de presencia	1	Detecta presencia de cuero
Selectores de 2 posiciones	6	Interruptores y selectores
Pulsadores arranque y paro	2	Arranque y paro de la maquina

Tabla 31. Elementos de control

Fuente: Autor

Elementos	Cantidad	Descripción
Motor 3/4 HP 220Vac	1	Motor de manga de pintado
Motor Trifásico 1/2 hp 220Vac Δ	1	Motor de cinta trasportadora
Electroválvula 220Vac 8W	1	Entrada de aire a las pistolas
Bomba Centrifuga 110Vac 35 l/min	1	Alimentación de pintura a las pistolas

Tabla 32. Actuadores eléctricos

Fuente: Autor

4.6.2. ENSAMBLE DE ELEMENTOS

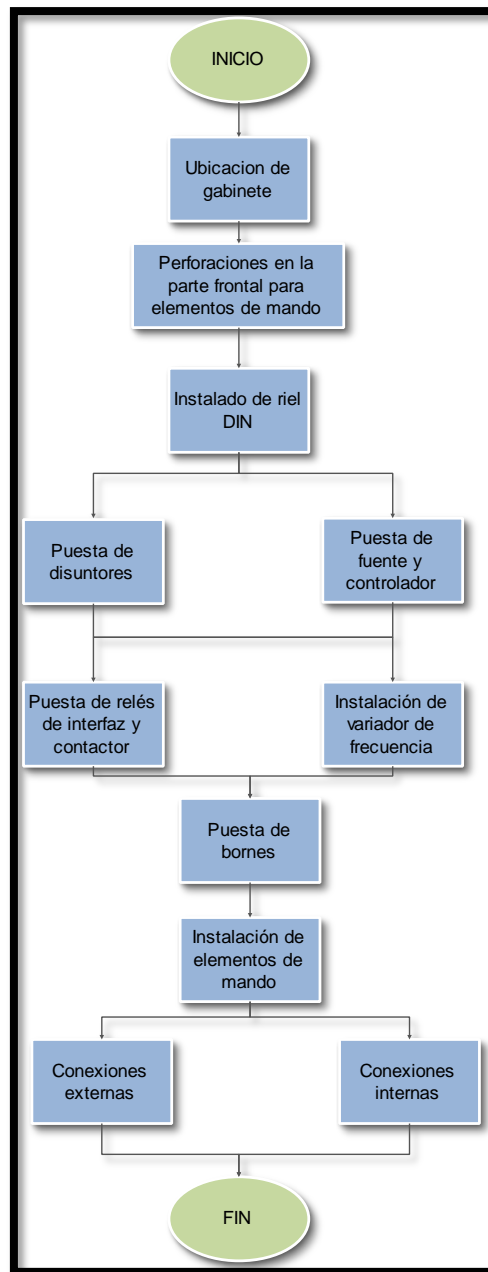


Figura 78. Diagrama de ensamble de sistema de control
Fuente: Autor

4.6.3. SENSOR DE PRESENCIA

El sensor de presencia se encarga de indicar al controlador la presencia de cuero a la entrada de la máquina.

Este está constituido por una foto celda acondicionada para detectar la obscuridad que produce el paso de cuero al pasar por debajo. Se encuentra soldado y ensamblado sobre una baquelita perforada común siguiendo las conexiones eléctricas descritas en el capítulo 3.

Material	Cantidad
LM 328	1
LDR 100	1
Potenciómetro 100K Ω	1
Resistencia 10K Ω	2
Resistencia 4.7 K Ω	1
Transistor 2N3904	1

Tabla 33. Materiales de sensor de presencia

Fuente: Autor

El sensor fue acondicionado como activo necesita de alimentación de 10 a 24Vdc, tiene tres terminales, positivo (+), común (-), señal; envía una señal de voltaje cuando hay presencia de cuero y una señal de tierra cuando no hay presencia de cuero.

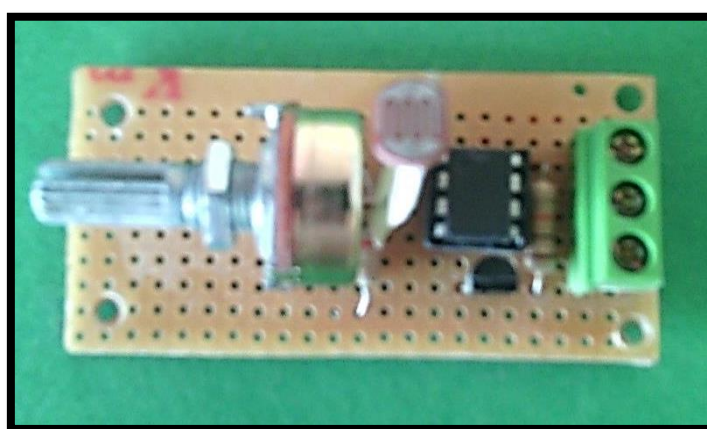


Figura 79. Sensor de presencia ensamblado

Fuente: Autor

4.7. PRUEBAS Y AJUSTES

Una vez ensamblado todos los sistemas y elementos de la máquina de pintado de cuero es importante realizar las correspondientes pruebas y ajustes que garanticen el óptimo funcionamiento de la máquina.

4.7.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE ELEMENTOS DE CONTROL

Dentro del panel de control tenemos varios elementos de activación eléctrica que son importantes dentro del control por lo que es necesario probar su funcionamiento.

Elemento	Descripción	Voltaje	Activación
PLC LOGO	Controlador de la maquina	24 VDC	Si
Módulo de expansión DM8	Expansión de entradas y salidas	24 VDC	Si
Relé de interfaz 1	Electroválvula de aire	24 VDC	Si
Relé de Interfaz 2	Bomba de pintura	24 VDC	Si
Relé de interfaz 3	Contactador Motor Manga de pintado	24 VDC	si

Contactor	Motor Manga de pintado	220 VAC	Si
Variador de frecuencia	Motor Cinta transportador	220VAC	Si

Tabla 34. Prueba de funcionamiento de elementos de panel de control

Fuente: Autor

4.7.2. PRUEBA DE MOTORES

Dentro de la máquina de pintado tenemos dos motores que son los mueven la banda transportadora y la manga de pintura, por lo que es importante darles la configuración y alimentación eléctrica que necesitan y probar si arrancan correctamente.

MOTOR REDUCTOR DE MANGA.				
Marca	Potencia	Voltaje Aplicado	Amperaje Leído	Estado de arranque
CSM Motor	0.37 KW	220V Monofásico	2.8 Amp	Optimo
MOTOR DE CINTA TRASPORTADORA				
Marca	Potencia	Voltaje Aplicado por variador	Amperaje Aplicado por variador	Estado de arranque
HEW	0.25 KW	127V	1.25 Amp	Optimo

Tabla 35. Prueba de motores

Fuente: Autor

4.7.3. PRUEBA DE SENSOR DE PRESENCIA

El sensor de presencia consta de un potenciómetro que es importante ajustar a tal punto que cuando haya presencia de cuero en la banda envíe un 1L al controlador y cuando haya cuero en la banda envíe 0L

Sensor	Condición	Alimentación	Ajuste	Continuidad
Presencia	Presencia de Cuero	24Vdc	Potenciómetro	SI
Presencia	No presencia de Cuero	24Vdc	Potenciómetro	No

Tabla 36. Ciclos de activación de sensor de presencia

Fuente: Autor

4.7.4. AJUSTE DE PRESION DE AIRE

El sistema neumático de aire de la máquina de pintado requiere 92 psi de presión de aire de acuerdo a los cálculos realizados en el capítulo 2.

Para lo cual se coloca una unidad de regulación de presión en la entrada de aire y se ajusta la presión girando la perilla de la unidad.

Elemento	Presión
Pistolas de pulverización LVLP	88 psi
Perdida en la tubería	2 Psi
Perdida en la electroválvula	1 Psi
Perdida en diferenciador de fluidos	1 psi
Total de Presión requerida	92 Psi

Tabla 37. Sumatoria de presiones del sistema

Fuente: Autor

4.7.5. AJUSTE DE PISTOLAS DE PULVERIZACION

Las pistolas de pulverización seleccionadas tienen tres perillas las cuales controlan las características de la pulverización: presión de aire, cantidad de pintura, tamaño de abanico, de acuerdo a la aplicación de la máquina se necesita ajustar todas las perillas de cada una de las pistolas uniformemente.

Las perillas tienen un número determinado de vueltas que se puede identificar como nulo al inicio y totalmente abierto dado todas las vueltas, por lo tanto para facilitar el ajuste lo identificaremos por giros en grados.

Para la máquina de pintado cada pistola debe tener las siguientes características:

Perilla	Cantidad	Giro Total	Giro Necesario
Presión de Aire	22 Psi	75°	75°
Tamaño de abanico	20 cm	720°	360°
Cantidad de pintura	4 ml	1800°	1080°

Tabla 38. Parámetros de ajuste de las pistolas de pulverización

Fuente: Autor

Las características se ajustan de acuerdo a la pericia del operador.

CONCLUSIONES

- Se logró obtener los parámetros de diseño de acuerdo a los requerimientos de la empresa y sugerencias de manuales de Pintado, de los cuales se definió el tipo de pistola que se usara, las pistolas de pulverización en marca Porten LVLP que tiene una eficiencia del 85% y con parámetros de trabajo a 22 psi con 4.3 CFM de consumo, el tipo de pintura fue descrito por la empresa y la composición se encuentra descrita en el inciso 1.10., además la velocidad base la de cinta transportadora es de 0.125m/s
- Se definió todos los elementos que la maquina necesita, para su funcionamiento, que se encuentran descritos a lo largo de todo este documento, que son: la cinta transportadora por piolas de nylon, la cámara de pintura, la maga de pintado el sistema neumático y de control, con lo cual la maquina termino con dimensiones de 300x176x175cm acorde al tamaño de la bandas de cuero.
- Con los parámetros determinados inicialmente y con los que termino la máquina, se construyó un sistema de control que es capaz de controlar todos los elementos de la máquina, con el cual se logró realizar el control para cada tipo de pintado que se basa fundamentalmente en controlar la velocidad de la banda que va de fondo, pintura y lacado.
- El proceso de ensamblaje inicio con la instalación de la estructura principal, sobre esta la cinta transportadora, por consiguiente la cámara de pintura con cada uno de sus componentes (manga de pintado, pistolas de pulverización Porten, motor reductor, sistema neumático), luego la instalación del sistema de control y por último la alimentación de aire, con esto se tiene una máquina de pintado de cuero totalmente ensamblada.
- Se realizó las diferentes pruebas y ajustes de cada uno de los elementos de la máquina de pintado que se encuentran descritos en el inciso 4.7 RESUMEN
- Con el proceso de trabajo que tiene la máquina de pintado de cuero se realizó manuales de usuario, instalación y mantenimiento para un óptimo funcionamiento de la misma los cuales pueden ser revisados en el ANEXO 1.
- El compresor que tiene la Fabrica Gama Cueros no fue suficiente para los requerimientos que la máquina de pintado necesita por lo cual fue necesario la adquisición de un nuevo compresor con características suficientes de: 200 psi a 18CFM que cumplen con los parámetros de la máquina de 90 Psi a 17.5 CFM.

RECOMENDACIONES

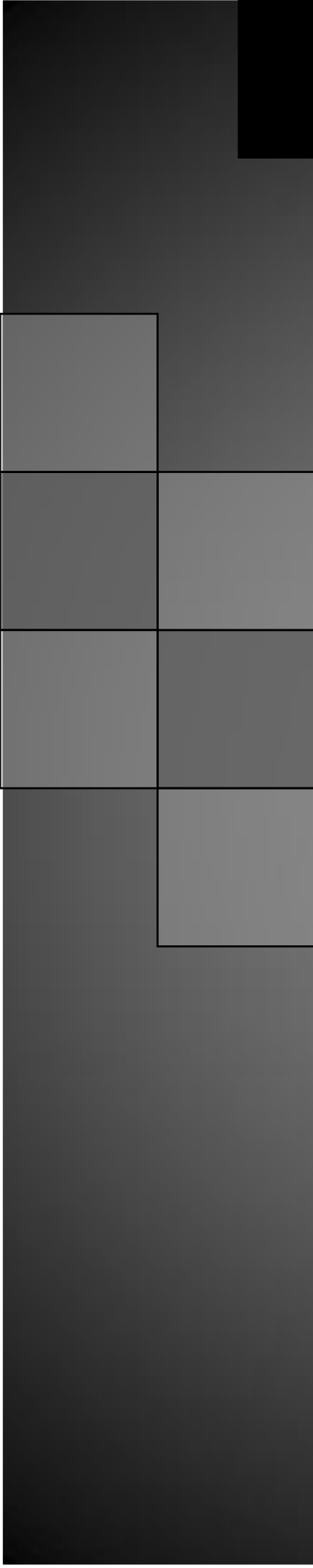
- Es importante la adquisición de conocimientos previos antes de realizar cualquier proyecto, esta información adquirida ayudara a desarrollar un proyecto de manera eficiente y eficaz sin agotar tantos recursos.
- Al desarrollar proyectos para nivel industrial, como lo es este, es de gran relevancia tener en cuenta las normas, estándares y parámetros que se usan, para aplicarlos a un proyecto y de esa manera poder competir, ser un ente de desarrollo y aplicación.
- Antes de desarrollar el proyecto es importante tomar un tiempo para establecer los parámetros iniciales y cuáles deben ser los resultados para tener un enfoque correcto de lo que se debe hacer durante todo el proyecto.
- Para el dimensionamiento de los sistemas mecánicos se tomar en cuenta parámetros importantes como dimensión, carga y trabajo con los cuales se puede seleccionar los materiales y elementos correctos para su construcción y así evitar error.
- En el dimensionamiento de los sistemas de control hay que tener en cuenta parámetros como carga eléctrica y resistencia para que los elementos de control que se selecciona soporten el proceso y evitar daños prematuros.
- En el proceso de implementación se debe asegurar que los sistemas tanto mecánicos como eléctricos tengan parámetros y características de conexión para facilitar en desarrollo del proyecto, si existiese error se modificaría esos parámetros.

BIBLIOGRAFIA

- Automatización Industrial. (04 de 09 de 2010). *Automatizacion Industrial*. Obtenido de Neumática, Hidráulica, MicroControladores y Autómatas: <http://industrial-automatiza.blogspot.com/>
- Automatización Industrial. (04 de 09 de 2010). *Automatización Industrial*. Obtenido de Neumatica, Hidraulica, MicroControladores Y Autómatas: <http://industrial-automatiza.blogspot.com/2010/09/elementos-de-fuerza-cilindros-y-motores.html>
- Balcázar Balcázar , M. Y. (2011). *Obtención de Cuero con Efecto Envejecido con la Utilización de Tres Diferentes Niveles de Cera para Elaboración de Calzado*. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.
- Comunidad del Cuero. (20 de enero de 2000). *cueronet*. Obtenido de terminacion: http://www.cueronet.com/terminacion/maquinaria_aplicacionacabado.htm
- Ei SCHADLER. (s.f.). *Ei SHADLER*. Obtenido de automatización, instrumentacion, sensórica: <http://www.schadler.cl/index.php/productos-schadler/automatizacion/sensores-opticos/schadler-sensor-reflex>
- Giles, R. V. (2000). *Mecanica de fluidos e hidraulica*. Lima: mcgraw-Hill.
- Gómez Estern, F. (s.f.). *Cintas Transportadoras en Automatización de la Producción*. Obtenido de <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r104977.PDF>
- Murillo, P. (17 de 12 de 2011). *ArduTeKa*. Obtenido de El servomotor: <http://www.arduteka.com/>
- NOVACERO. (2010). *Catalogo de Productos*. Sangolqui: NOVACERO.
- PORTEN. (2015). *PORTEN*. Obtenido de www.portentools.com
- POTENCIA Electromecanica S. A. (18 de 06 de 2013). *Como funciona un reductor o motorreductor*. Obtenido de <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>
- Santillán Mestanza, J. C. (Abril de 2008). *Criterios para el diseño de una cinta transportadora*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos58/disenio-cintas-transportadoras/disenio-cintas-transportadoras2.shtml>
- Sevillano Calvo, F. (2010). Sistemas de Regulación y Control Automáticos. En *Variadores de Frecuencia* (pág. 9). Ciclo-GS.
- SIEMENS. (2009). *SIEMENS*. Obtenido de LOGO!: <https://www.swe.siemens.com/>
- UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. (s.f.). TECNOLOGIA DEL CUERO. En E. d. Agroindustrial, *Tecnología del cuero* (pág. 42). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.

ANEXO 1

Manual de usuario y mantenimiento de la maquina



Manual de Usuario y mantenimiento de la maquina

La máquina pintadora de bandas de cuero en un desarrollo a la industria de tenería para mejorar la producción de materia prima para la producción artesanal de artículos de cuero en varias gamas de cuero

Diego



CONTENIDO

ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD.....	1
COMPONENTES DE LA MAQUINA	2
DESCRIPCION DE LOS INDICADORES	4
DETALLES DE LOS COMPONENTES	3
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA	4
INDICADORES DEL PANEL DE CONTROL.....	3
INSTALACIÓN Y ALINEACIÓN	4
INTRODUCCION	2
MANTENIMIENTO.....	8

ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD

- Antes de usar esta máquina, es importante comprobar el voltaje de alimentación de que viene de la red que sea 220 VAC con neutro, es decir, 3 hilos
- La máquina debe estar instalada sobre un base de concreto nivelado.
- Esta máquina está diseñado para el pintado de bandas de cuero, por lo que si se desea utilizar en otro tipo de material se considera indebido
- El fabricante no se responsabiliza por el uso inadecuado, incorrecto e irracional de la máquina.
- La máquina está diseñada para soportar los químicos de las pinturas específicas para cuero, si se utiliza otro tipo el fabricante no se responsabiliza.
- En caso de avería o de funcionamiento incorrecto de la máquina, apáguela y desconecte el contactor de alimentación.
- Bajo ningún concepto se debe abrir el tablero del control de esta máquina si no se tiene un conocimiento adecuado de su funcionamiento
- No colocar la mano cerca del sensor de presencia cuando la maquina este encendida.
- Cumplir con las señales de advertencia y peligro que se encuentran sobre la máquina.

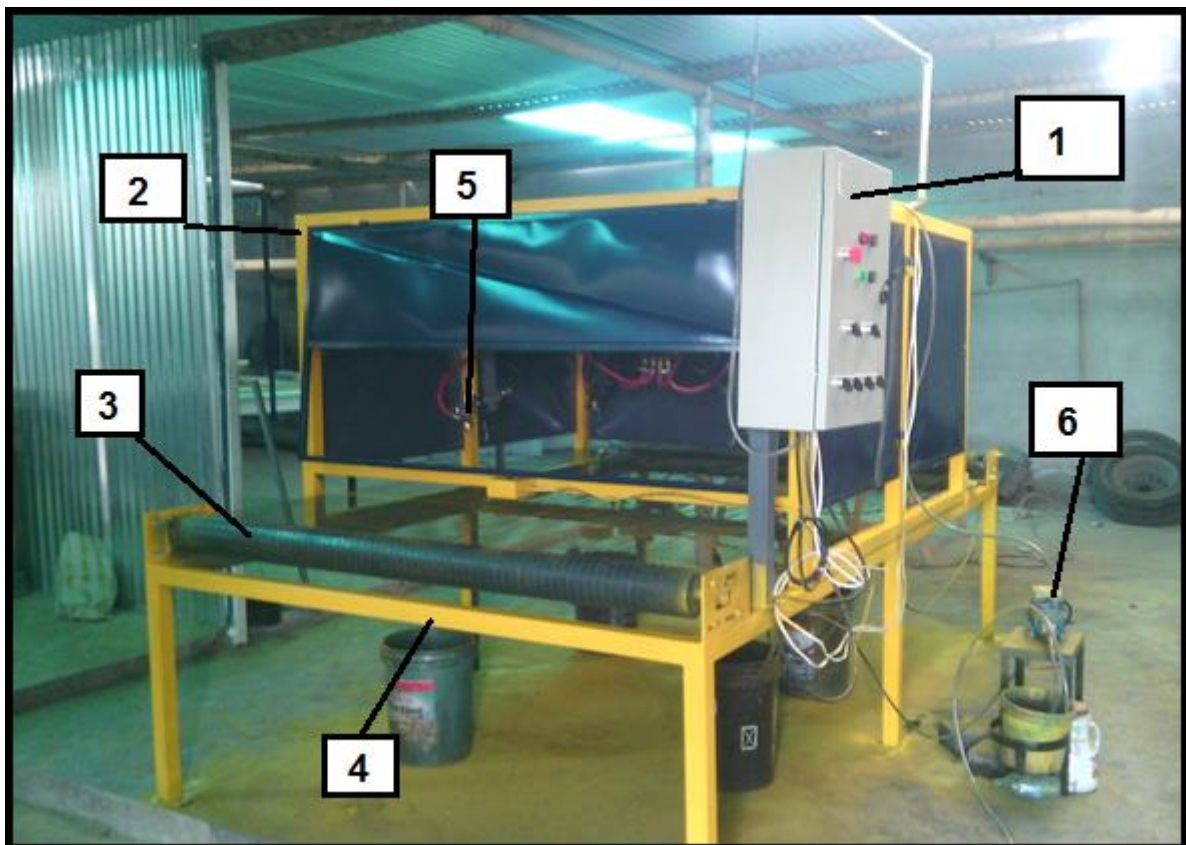
INTRODUCCION

La máquina pintadora de bandas de cuero por pulverización permite el pintado de cuero en todas las tonalidades de color que el operario desee, todo el proceso de funcionamiento se controla a través del panel de control en el cual el usuario activa los mandos e interruptores de toda la máquina.

Las bandas de cuero ingresan a través de la cinta transportadora y son identificadas por el sensor de presencia que ordena a la maquina la activación de la cámara de pintura que se encarga de pulverizar la pintura sobre el cuero.

En el presente manual se muestra la información acerca de los componentes de la máquina, su uso, el funcionamiento correcto y posibles problemas de funcionamiento.

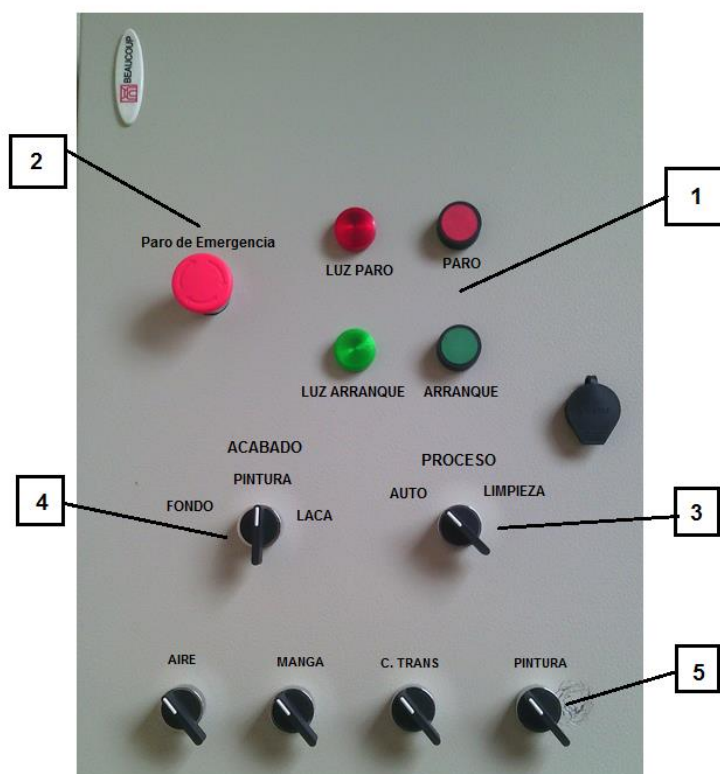
COMPONENTES DE LA MAQUINA



DETALLES DE LOS COMPONENTES

NUMERO	NOMBRE	DESCRIPCION
1	Panel de control	Controla y activa el proceso de pintado
2	Cámara de pintura	se encuentran los elementos de pintado.
3	Cinta transportadora	Sirve para ingresar las bandas de cuero a la cámara de pintura
4	Estructura principal	Sostiene los componentes de la maquina
5	Manga de pintado	Se encarga de pulverizar la pintura
6	Bomba de elevación	Se encarga de elevar la pintura hacia el contenedor de alimentación de pintura

INDICADORES DEL PANEL DE CONTROL



DESCRIPCION DE LOS INDICADORES

NUMERO	NOMBRE	DESCRIPCION
1	Pulsadores e indicadores de encendido y apagado	Activa y muestra el inicio o paro del proceso
2	Paro de emergencia	Para el proceso totalmente
3	Tipo de proceso	Selecciona entre automático y limpieza de maquina
4	Tipo de acabado	Selecciona tipo de acabado que se desea dar
5	Interruptores de elementos	Activa los elementos de la maquina

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA

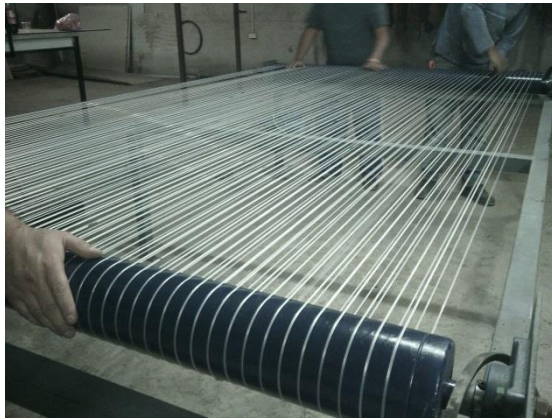
PARAMETROS	TIPICO
Dimensiones (AxHxL)(cm)	176x175x300
Voltaje de entrada (V)	220
Capacidad de elevación de pintura(Kg)	2
Capacidad de bandas de cuero (cm)	150x250
Presión de alimentación (Psi)	90-100

INSTALACIÓN Y ALINEACIÓN

1. Fijar la estructura principal de la máquina de pintado sobre una superficie de concreto nivelada
2. Colocar los tambores de la cinta transportadora con sus chumaceras sobre los sujetadores en la estructura principal



3. Instalar sobre las ranuras de los tambores de la cinta transportadora las piolas de nylon



4. Instalación de cámara de pintura



5. Instalación de panel de control



6. Afinación del sensor de presencia



7. Instalación de tubería de aire



8. Ajuste de presión de aire



MANTENIMIENTO

Para un buen funcionamiento de la máquina de pintado, el usuario deberá seguir el siguiente programa de mantenimiento.

Periodo	Actividad	Procedimiento
Final de uso	Limpieza de pintura	Lavar cada final de uso la maquina con agua o disolvente <ol style="list-style-type: none"> 1. Dejar que toda la pintura se escurra de todas la pistolas 2. Poner agua o disolvente en el recipiente de pintura para limpiar las tuberías 3. Activar el aire hasta que solo salga agua o disolvente de las pistolas de pulverización
Final de uso	Filtros de aire	Purga de los fitros de aire <ol style="list-style-type: none"> 1. Se activa la perilla de purga para que todo condensado que quedó atrapado en el filtro salga y quede todo limpio.
semanal	Limpieza de pistolas	Limpieza de la boquillas y perillas de las pistolas de pulverización <ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar la pistola de la manga de la pintura 2. Desarmar la pistola y dejar en piezas 3. Cepillar la boquillas retirando todo residuo de pintura 4. Armar y sujetar en la manga
mensual	Limpieza de diferenciador de fluidos	Limpieza de los conductos del diferenciador de fluidos y cambio de orines <ol style="list-style-type: none"> 1. Desanclar de la estructura de la manga de pintado 2. Desarmar el diferenciador de fluidos 3. Limpiar los conductos con agua o disolvente hasta que no quede ningún residuo de pintura 4. Cambiar los orines de separación 5. Armar y anclar el diferenciador
Mensual	chumaceras	Para que la maquina funcione correctamente hay que ajustar las chumaceras de la cinta trasportadora para que las piolas de nylon queden templadas
Mensual	Recolector de pintura	Para mantener en óptimas condiciones la maquina hay que lavar el recolector de pintura para evitar acumulación de pintura

Nota: se recomienda seguir este programa de mantenimiento correctamente para evitar el mal funcionamiento de la máquina y se acumule pintura sobre los elementos.

ANEXO 2

Diagrama neumático del aire

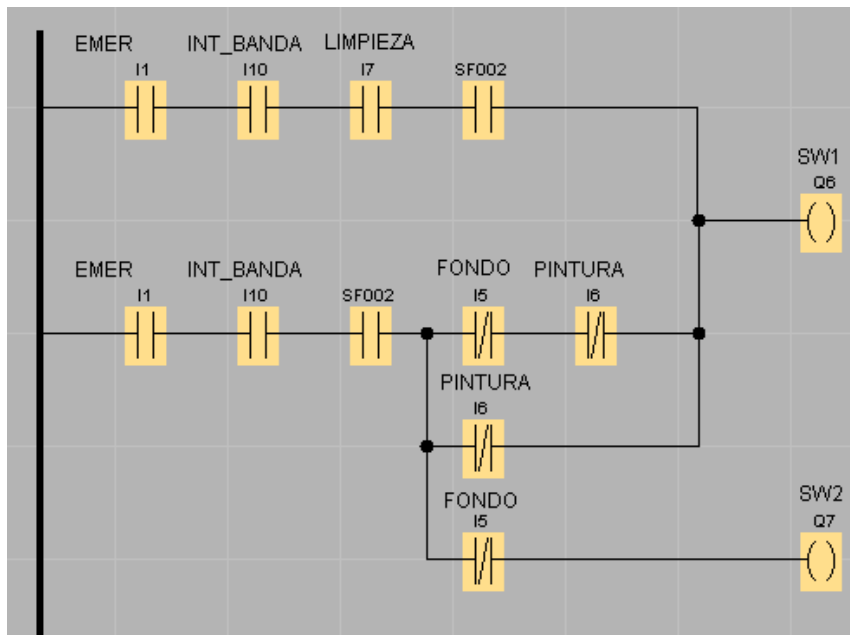
ANEXO 3

Diagrama eléctrico de toda la máquina de pintado

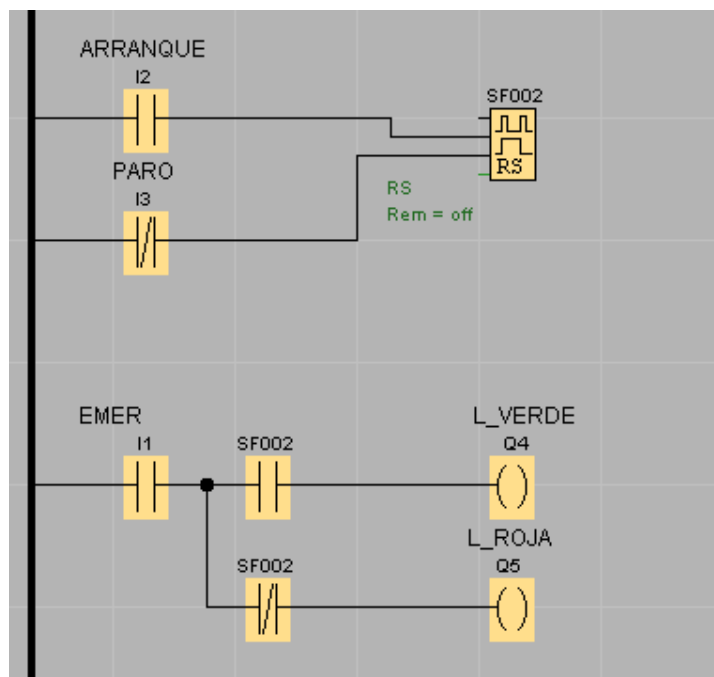
ANEXO 4

Programación PLC

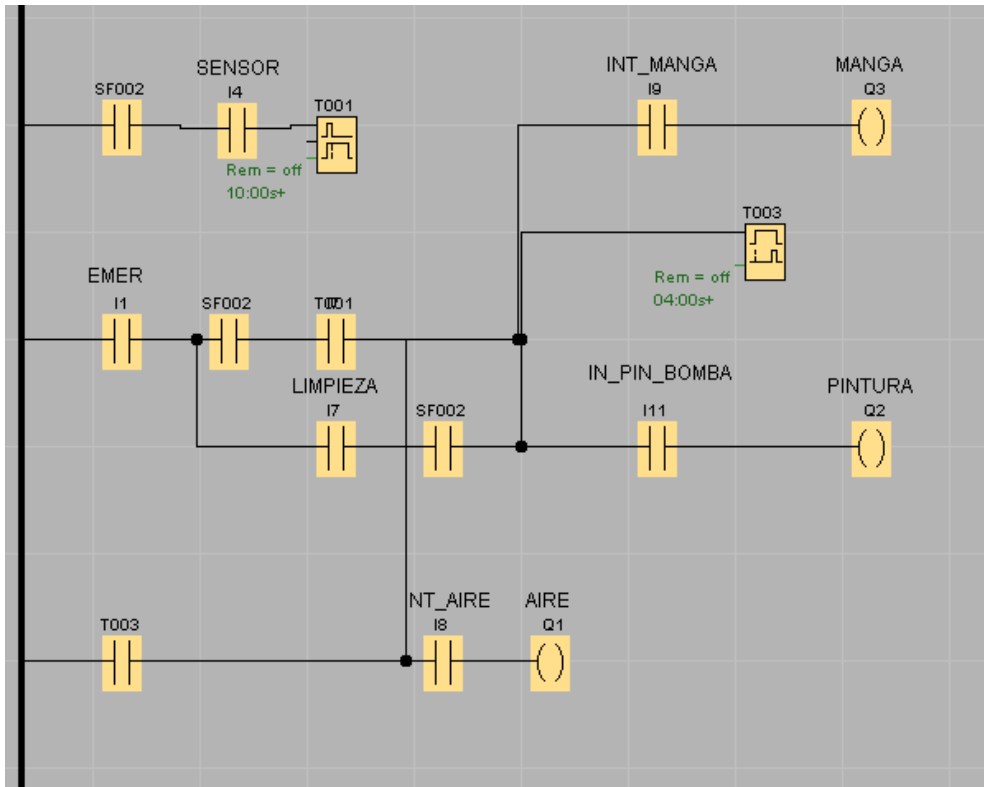
Control de velocidad de cinta transportadora



Recepción de paro y arranque y activación de indicadores



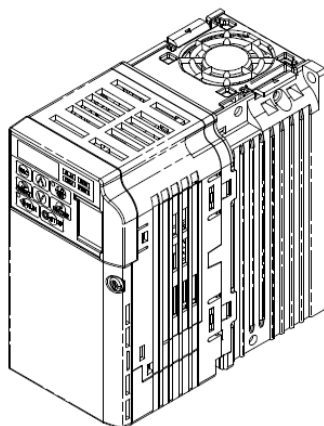
Control de pintado y limpieza



ANEXO 5

Especificaciones de Variador Yaskawa

Inversor de CA Yaskawa - V 1000



Especificaciones del inversor

Elemento		Especificaciones
Entrada	Corriente de Entrada (A)	Trifásico 2,9
salida	capacidad de Salida nominal (KW)	1,1
	corriente de salida (A)	6
	Tolerancia de sobre carga	120% de la corriente de la salida nominal por 1 minuto
	Frecuencia de portadora	2 KHz (Fijada por el usuario , 2 a 15 KHz)
	Voltaje de salida máxima(V)	Alimentación Trifásica 200 a 240V
	Frecuencia de salida Max. (HZ)	400 Hz (Ajustable por el usuario)
fuente de alimentación	Voltaje nominal	Alimentación Trifásica 200 a 240V
	Frecuencia nominal	50/60 Hz
	Fluctuaciones de voltaje permisible	-15 a 10%
	fluctuación de frecuencia permisible	+ -15%
Características de control	método de control	Están disponibles los siguientes métodos de control: Control vectorial por ciclo abierto, Control V/f

Rango de control de Frecuencia	0,01 a 400 Hz
Precisión de Frecuencia	Entrada digital: Dentro del $\pm 0,01\%$ de la frecuencia de salida máx. (-10 a 50 C); Entrada analógica: dentro del $\pm 0,5\%$ de la frecuencia de salida máx.(25 C)
Resolución de configuración de frecuencia	Entradas digitales: 0,01Hz; Entradas analógicas: 1/1000 de la frecuencia de salida máxima
Resolución de frecuencia de salida	1/220 de la frecuencia de salida máxima
Torque Inicial	200% /0,5 Hz(Control de Vector de Ciclo Abierto; capacidad HD, IM de 3,7 KW o menor
Rango de control de velocidad	1:100 (Control de Vector de ciclo Abierto); 1:40(Control V/f)
Límite de torque	Solo Control de Vector de Ciclo Abierto a 4 cuadrantes
Tiempo de aceleración y desaceleración	0,00 a 6000,0 s(Cuenta con cuatro configuraciones para aceleración y desaceleración)
Torque de frenado	Torque de Desaceleración Promedio Instantáneo 0,1/0,2 KW: sobre 150%
Funciones del inversor	Tolerancia de perdida de energía momentánea, búsqueda de velocidad, detección de sobre torque, límite de torque, velocidad multipasos (17 pasos máx.), interruptor de tiempo de Acel./Desacel., Auto ajuste rotativo, auto ajuste estacionario, control PID, Ahorro de energía, MEMODBUS (RS-4857422, máx. 115,2 kbps).

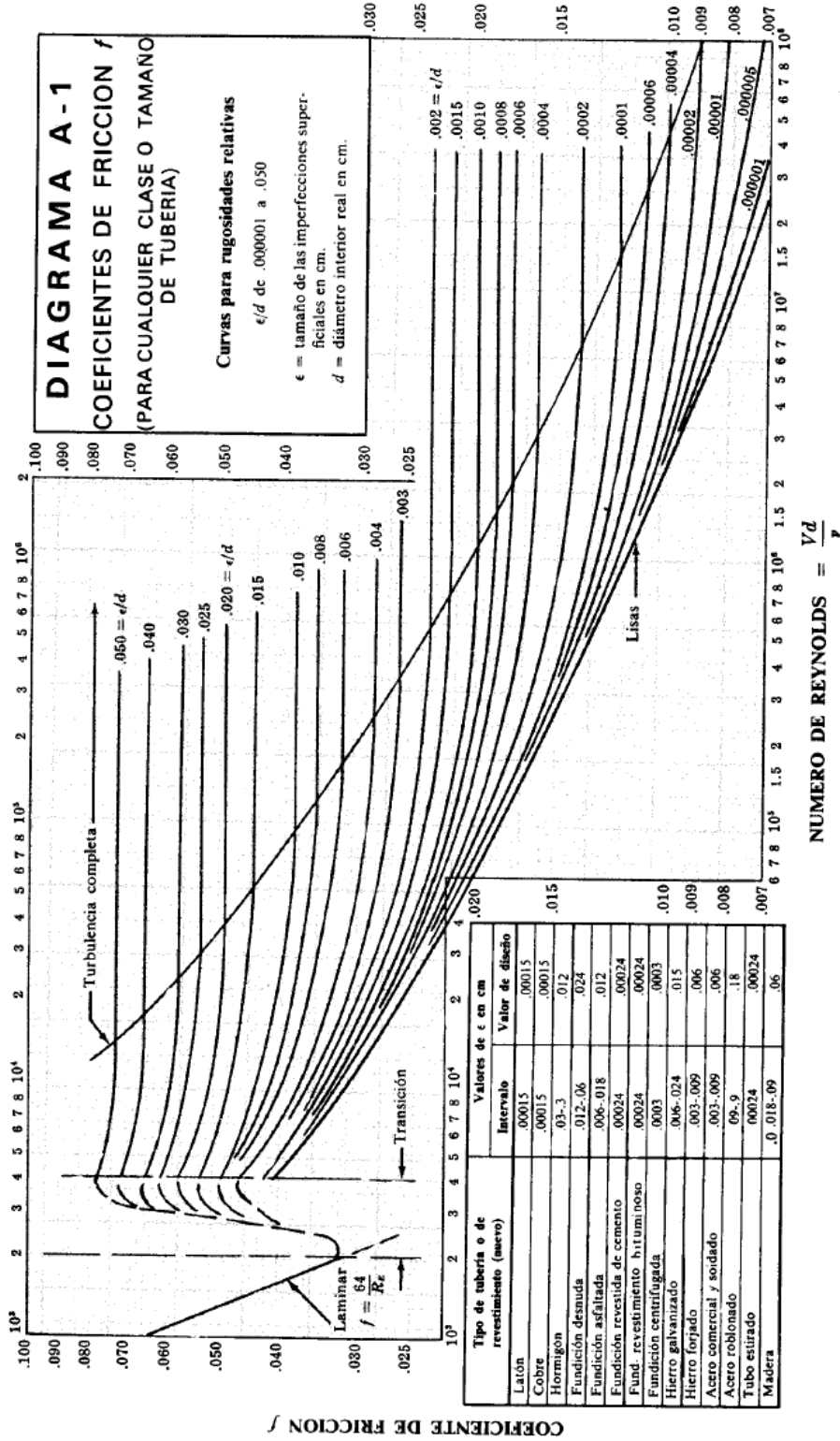
ANEXO 6

Planos

ANEXO 7

TABLAS

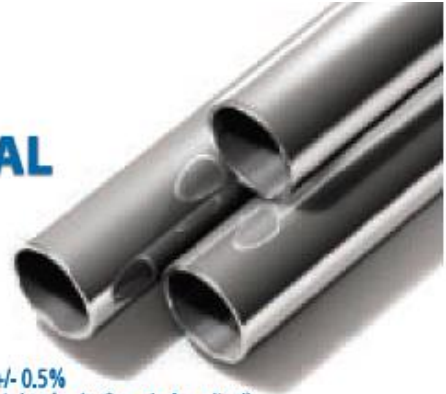
COEFICIENTE DE FRICCIÓN PARA TUBERÍA



MATERIAL USADO

CATALOGO NOVACERO

TUBERÍA ESTRUCTURAL



Características Generales:

Norma de Fabricación : ASTM A500 / NTE INEN 2415
 Límite de fluencia (mínimo)
 $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$

Tolerancias : Diámetro o dimensión exterior +/- 0.5%
 Longitud + 21 mm - 0 mm (para tubería de 6m. de longitud)

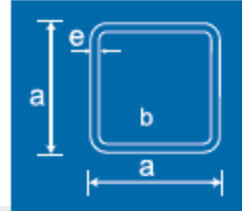
Longitud de Entrega : 6 metros, otras longitudes bajo pedido

Acabado : Negro o Galvanizado

Espesor : +/- 7%



• 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
		2,00	1,13	6,78
1	25	1,50	1,48	8,90
		2,00	1,37	8,20
1 1/4	30	1,50	1,80	10,79
		2,00	1,72	10,32
1 1/2	40	2,00	2,27	13,62
		3,00	3,22	19,33
		1,50	2,32	13,93
2	50	2,00	3,13	18,75
		3,00	4,62	27,69
		2,00	3,74	22,42
2 3/8	60	3,00	5,56	33,35
		2,00	4,65	27,88
		3,00	6,88	41,26
3	75	4,00	9,11	54,64
		2,00	6,22	37,30
		3,00	9,26	55,53
4	100	3,00	9,26	55,53
		4,00	12,28	73,66

PROPIEDADES DE LOS GASES

(A) PROPIEDADES APROXIMADAS DE ALGUNOS GASES

Gas	Peso específico w a 20° C, 1 Atm. kg/m ³	Constante R del gas m ² /°K	Exponente adiabático k	Viscosidad cinemática ν a 20° C, 1 Atm. m ² /seg
Aire	1,2047	29,3	1,40	$1,488 \times 10^{-5}$
Amoniaco	0,7177	49,2	1,32	1,535
Anhídrido carbónico	1,8359	19,2	1,30	0,846
Metano	0,6664	53,0	1,32	1,795
Nitrógeno	1,1631	30,3	1,40	1,590
Oxígeno	1,3297	26,6	1,40	1,590
Anhídrido sulfuroso	2,7154	13,0	1,26	0,521


PROPIEDADES DEL AIRE A DIFERENTES TEMPERATURAS


Temperatura °C	Densidad ρ UTM/m ³	Peso específico w kg/m ³	Viscosidad cinemática ν m ² /seg	Viscosidad dinámica μ kg seg/m ²
-20	0,1424	1,3955	$1,188 \times 10^{-5}$	$16,917 \times 10^{-7}$
-10	0,1370	1,3426	1,233	16,892
0	0,1319	1,2926	1,320	17,411
10	0,1273	1,2475	1,415	18,013
20	0,1229	1,2047	1,488	18,288
30	0,1188	1,1642	1,600	19,008
40	0,1150	1,1270	1,688	19,412
50	0,1115	1,0927	$1,769 \times 10^{-5}$	$19,724 \times 10^{-7}$

PERDIDAS EN ACCESORIOS DE TUBERIAS

Accesorio	Pérdida de carga media
1. De depósito a tubería – conexión a ras de la pared (pérdida a la entrada)	$0,50 \frac{V_2^2}{2g}$
– tubería entrante	$1,00 \frac{V_2^2}{2g}$
– conexión abocinada	$0,05 \frac{V_2^2}{2g}$
2. De tubería a depósito (pérdida a la salida)	$1,00 \frac{V_1^2}{2g}$
3. Ensanchamiento brusco	$\frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$
4. Ensanchamiento gradual (véase Tabla 5)	$K \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$
5. Venturímetros, boquillas y orificios	$\left(\frac{1}{c_v^2} - 1\right) \frac{V_2^2}{2g}$
6. Contracción brusca (véase Tabla 5)	$K_c \frac{V_2^2}{2g}$
7. Codos, accesorios, válvulas*	$K \frac{V^2}{2g}$
Algunos valores corrientes de K son:	
45°, codo	0,35 a 0,45
90°, codo	0,50 a 0,75
Tees	1,50 a 2,00
Válvulas de compuerta (abierta)	aprox. 0,25
Válvulas de control (abierta)	aprox. 3,0

CORREAS DE TRANSMISIÓN

	CATÁLOGO DE CORREAS INDUSTRIALES	2010
---	----------------------------------	-------------

DAYCO GOLD LABEL V - MM CORREAS TRAPECIALES DE SECCIÓN CONVENCIONAL	
--	---

SECCIÓN "A" (13 x 8 mm.)

TIPO	DESARROLLO INTERIOR mm.	DESARROLLO PRIMITIVO mm.
A37,50	953	986
A38	965	998
A38,50	978	1011
A39	991	1024
A39,50	1003	1036
A40	1016	1049
A40,50	1029	1062
A41	1041	1074
A41,50	1054	1087
A41,75	1060	1093
A42	1067	1100
A42,50	1080	1113
A43	1092	1125
A43,50	1105	1138
A43,75	1111	1144
A44	1118	1151
A44,50	1130	1163
A45	1143	1176
A45,50	1156	1189
A46	1168	1201
A46,50	1181	1214
A47	1194	1227
A48	1219	1252
A48,25	1226	1259
A49	1245	1278
A50	1270	1303
A51	1295	1328
A51,50	1308	1341
A52	1321	1354
A52,50	1334	1367
A53	1346	1379
A53,25	1353	1386
A54	1372	1405
A55	1397	1430
A56	1422	1455
A57	1448	1481
A58	1473	1506
A59	1499	1532
A60	1524	1557
A61	1549	1582
A62	1575	1608
A63	1600	1633

PESO EN gr./m. = 100

SECCIÓN "A" (13 x 8 mm.)

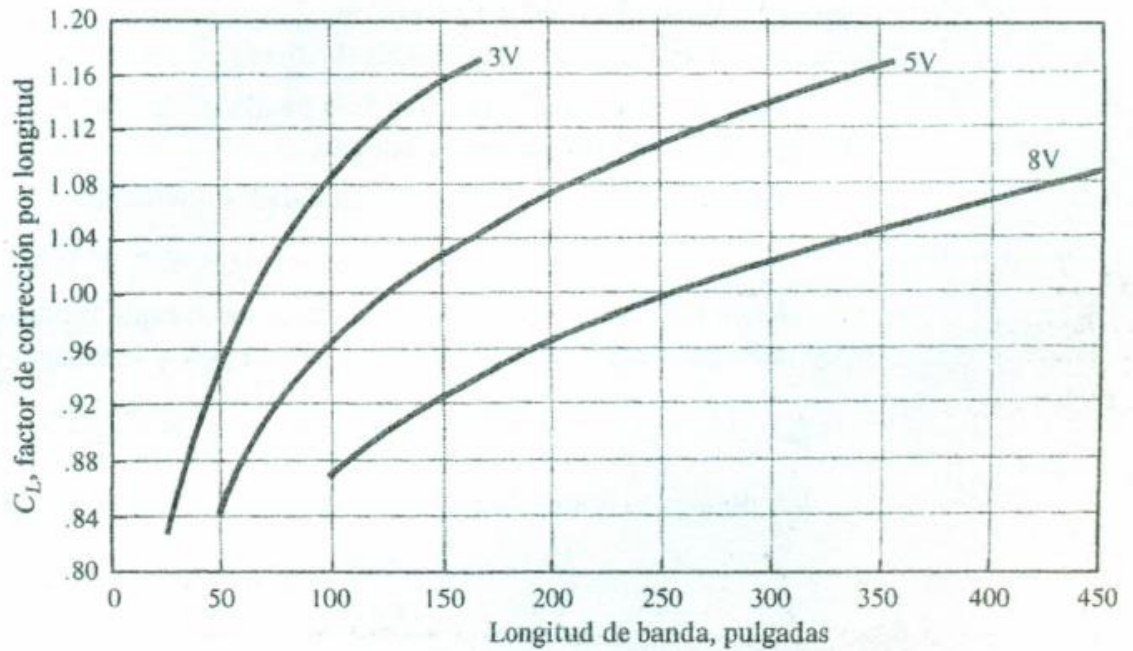
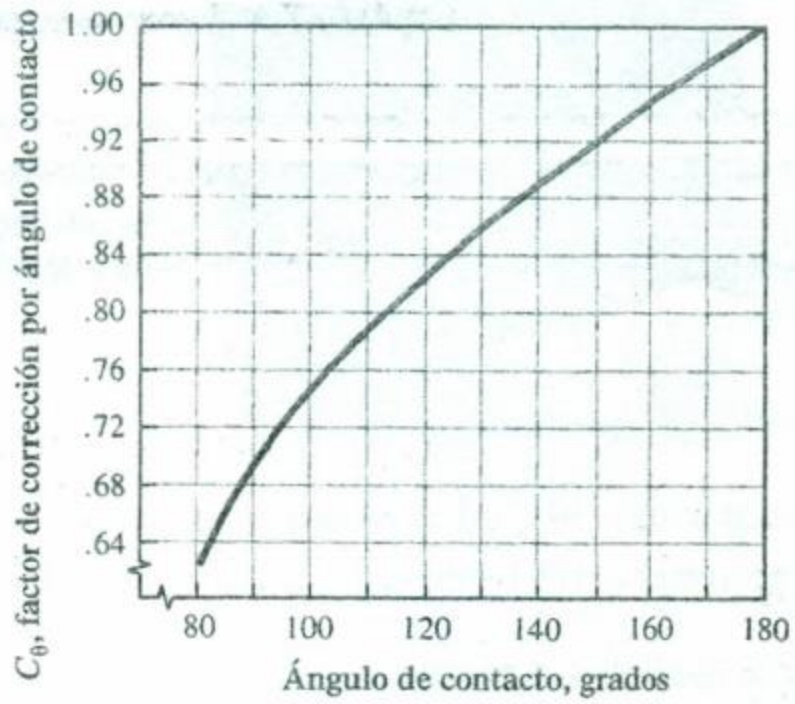
TIPO	DESARROLLO INTERIOR mm.	DESARROLLO PRIMITIVO mm.
A64	1626	1659
A65	1651	1684
A66	1676	1709
A67	1702	1735
A68	1727	1760
A69	1753	1786
A70	1778	1811
A70,75	1797	1830
A71	1803	1836
A72	1829	1862
A73	1854	1887
A74	1880	1913
A75	1905	1938
A76	1930	1963
A77	1956	1989
A78	1981	2014
A79	2007	2040
A80	2032	2065
A81	2057	2090
A82	2083	2116
A83	2108	2141
A83,50	2121	2154
A84	2134	2167
A85	2159	2192
A86	2184	2217
A87	2210	2243
A88	2235	2268
A89	2261	2294
A90	2286	2319
A91	2311	2344
A92	2337	2370
A93	2362	2395
A94	2388	2421
A95	2413	2446
A96	2438	2471
A97	2464	2497
A97,50	2477	2510
A98	2489	2522
A99	2515	2548
A100	2540	2573
A101	2565	2598
A102	2591	2624

PESO EN gr./m. = 100

La potencia **original** en movimiento



FACTORES DE CORRECCION



PISTOLA LVLP

porten
Performance & Technology

PPI-L6014

LVLP PISTOLA DE GRAVEDAD

4.3 CFM @ 22 PSI



Incluye:

- Dos llaves
- Filtro
- Cepillo de alambre para limpieza

ESPECIFICACIONES

● Sistema	LVLP (Low Volumen Low Pressure)
● Consumo Aire	4.3 cfm @ 22 psi
● Entrada Aire	1/4" NPT Macho
● Capacidad Vaso	600 cc
● Boquilla	1.4 mm

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- ✓ Eficiencia del 90% de transferencia del producto a la superficie, permitiendo ahorrar pintura debido al sistema LVLP (Bajo Volumen Baja Presión).
- ✓ Acabados de mejor calidad.
- ✓ Áreas de trabajo más limpias porque reduce la pulverización.
- ✓ El paso de pintura incluye un filtro que permite detener las partículas de suciedad, o grumos de pintura, permitiendo realizar acabados profesionales.

