

**ADECUACION DE LOS BANCOS
UTILIZADOS PARA EL LABORATORIO DE
DISEÑO DE MAQUINAS Y ELABORACION DE
SOFTWARE MULTIMEDIA PARA EL
DESARROLLO DE LAS PRACTICAS**

**JOSE DAVID SUAREZ RIVERA
JOSE DAVID ZAMBRANO SANTOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2006

**ADECUACION DE LOS BANCOS UTILIZADOS PARA EL
LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS
Y ELABORACION DE SOFTWARE MULTIMEDIA PARA EL
DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS**

**JOSE DAVID SUAREZ RIVERA
JOSE DAVID ZAMBRANO SANTOS**

**Trabajo de Grado para optar al titulo de
Ingeniero Mecánico**

**Director
ROMULO NIÑO
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2006

DEDICATORIA

Con gratitud al esfuerzo de mi madre,
al apoyo incondicional de mis hermanos,
al respaldo de mis familiares
y a todos mis amigos.

JOSE DAVID SUAREZ RIVERA

AGRADECIMIENTOS

Los más sinceros agradecimientos están dirigidos a las personas que contribuyeron para que fuera posible la realización de este trabajo.

A Rómulo Niño, Ingeniero Mecánico, Profesor de la Escuela de Ingeniería Mecánica y Director de este proyecto, por la colaboración y asesorías dadas en el desarrollo del mismo.

A José Fernando Lozada compañero y amigo por la orientación y colaboración prestada en el desarrollo del tutorial desarrollado.

CONTENIDO

	pág.
1. FILOSOFIA DE LOS LABORATORIOS.....	2
1.1. Tipos de laboratorios	3
2. DIAGNOSTICO DEL LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS.....	5
3. MARCO TEORICO DEL LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS.....	19
3.1. TRANSPORTADOR DE BANDA.....	19
3.1.1. Elementos Principales De Un Transportador De Banda	20
3.1.2. Principio De Funcionamiento.....	21
3.1.3. Consideraciones De Diseño	23
3.1.3.1. Características del material a transportar	23
3.1.3.2. Anchos de banda	26
3.1.3.3. Velocidades de la banda.....	27
3.1.3.4. Rodillos	28
3.1.3.5. Tambores	32
3.1.3.6. Banda transportadora.....	32
3.1.3.7. Capacidad de la banda	33
3.2. TRANSPORTADOR DE CANGILONES.....	35
3.2.1. Elementos Principales De Un Elevador de Cangilones.....	36
3.2.2. Clasificación de los cangilones	36
3.2.3. Principio de Funcionamiento de los Elevadores de Cangilones	38

3.2.2. Capacidad del transportador de cangilones	40
3.2.4. Estudio de tensiones en elevadores de banda.....	42
3.2.5. Selección de un transportador de cangilones.....	43
3.3. TRANSPORTADOR DE TORNILLO SIN FIN	46
3.3.1. Descripción de los componentes del tornillo	47
3.3.2. Principio de funcionamiento	50
3.4. TRANSPORTADOR DE ZARANDA.....	56
3.4.1. Descripción de los componentes del transporte vibratorio	57
3.4.2. Clasificación del transportador vibratorio.	59
3.4.3. Diseño de un transportador vibratorio	60
3.5. SISTEMA DE EMBRAGUE-FRENO ELECTROMANETICO.....	62
3.5.1. Embragues.....	63
3.5.2. Materiales De Fricción.....	71
3.6. SISTEMA DE FRENOS DE ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO.....	78
3.6.1. Elemento del banco de frenos de accionamiento hidráulico	78
4. REACONDICIONAMIENTO DEL LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS.....	84
4.1. ADECUACION DEL AREA DESTINADA.....	84
4.2. ADECUACION DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	86
4.3. ADECUACION DEL ELEVADOR DE CANGILONES	87
4.4. ADECUACION DEL TORNILLO SIN FIN.....	88
4.5. ADECUACION DE LA ZARANDA	88
4.6. ADECUACION DEL SISTEMA EMBRAGUE ELECTROMANETICO ...	89
4.7. ADECUACION DEL BANCO DE FRENOS HIDRAULICOS	89

5. DISEÑO DE LAS PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS.....	91
5.1. CONTENIDO DE LAS PRÁCTICAS.....	93
5.1.1. Encabezado del manual de laboratorio para las prácticas.....	94
5.1.2. Titulo	94
5.1.3. Objetivos.....	94
5.1.4. Fundamentación previa al laboratorio.....	94
5.1.5. Datos del banco	97
5.1.6. Equipo utilizado.....	97
5.1.7. Procedimiento.....	97
5.1.8. Actividades a desarrollar	97
5.1.9. Bibliografía	97
6. DISEÑO DEL SOFTWARE.....	98
6.1. DISEÑO DE LA INTERFASE GRAFICA.....	100
CONCLUSIONES	104
RECOMENDACIONES	106
BIBLIOGRAFIA	107
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Bancos que conforman el laboratorio de diseño de maquinas	7
Tabla 2. Estado de los elementos que constituyen el transportador por banda	7
Tabla 3. Estado de los elementos que constituyen el elevador de cangilones.	10
Tabla 4. Estado de los elementos que constituyen el tornillo sin fin	12
Tabla 5. Estado de los elementos que conforman el transportador por zaranda	14
Tabla 6. Estado de los elementos que conforman el banco de frenos hidráulico.....	15
Tabla 7. Elementos faltantes de los bancos que conforman el laboratorio de diseño de maquinas	17
Tabla 8. Fluidez, ángulo de reposo y de transportabilidad.	24
Tabla 9. Características de materiales.	25
Tabla 10. Tamaño máximo de terrón.....	26
Tabla 11. Velocidades máximas recomendadas para el manejo de materiales.	28
Tabla 12. Clasificación de los rodillos.	30
Tabla 13. Espaciamiento sugerido para rodillos.....	31
Tabla 14. Area de carga de una banda.	34
Tabla 15. Capacidad de carga de una banda para un ángulo de 20 grados.....	35
Tabla 16. Ángulos de los tolvinos de descarga	42
Tabla 17. Capacidad Vs. Inclinación.....	52
Tabla 18. Capacidad, velocidad, diámetro y % llenado.....	52

Tabla 19. Capacidades del Transportador de rosca (Pie3/hora).....	53
Tabla 20. Capacidades del Transportador Tornillo para Arroz y Maiz	53
Tabla 21. Materiales de fricción para embragues.	72
Tabla 22. Ejes temáticos del tutorial	99

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Exterior del Laboratorio de diseño de maquinas.....	6
Figura 2. Ubicación de los bancos.....	6
Figura 3. Parte motriz de la banda transportadora.....	9
Figura 4. Rodamiento que soporta el eje del tambor de accionamiento.....	9
Figura 5. Guías de madera utilizadas en el transportador de banda.....	9
Figura 6. Sistema motoreductor del elevador de cangilones.....	11
Figura 7. Bota del elevador de cangilones.....	11
Figura 8. Sistema motriz del tornillo sin fin.....	13
Figura 9. Hélice del tornillo.....	13
Figura 10. Sistema motriz del transportador de zaranda.....	14
Figura 11. Panel de mando y display de visualización del sistema.....	15
Figura 12. Sistema de accionamiento de accionamiento hidráulico.....	16
Figura 13. Bomba de vacío utilizada por el sistema.....	17
Figura 14. Montaje de un sistema de transporte por banda.....	21
Figura 15. Accionamiento de la polea motriz.....	22
Figura 16. Límite de Eytelwein-Euler.....	22
Figura 17. Angulos del materia.....	23
Figura 18. Tamaño del terrón en función del ancho de la correa y de la relación finos/terrones.....	27
Figura 19. Tipos de rodillos.....	29
Figura 20. Espacio entre los rodillos.....	30
Figura 21. Elementos que componen una banda transportadora.....	33
Figura 22. Partes Principales Elevador de cangilones.....	37
Figura 23. Análisis de la descarga del cangilon.....	38

Figura 24. Carga del elevador	41
Figura 25. Transportador de tornillo sin fin.....	48
Figura 26. Separación en transportadores de tornillo sin fin.....	49
Figura 27. Zonas de transporte de la hélice.....	50
Figura 28. Carga del material al tornillo	54
Figura 29. Descarga tipo estándar.....	55
Figura 30. Transportador de zaranda.....	57
Figura 31. Componentes de un transporte vibratorio	57
Figura 32. Embrague de dientes frontales rectos.....	65
Figura 33. Embrague de dientes inclinados	65
Figura 34. Embrague de discos	66
Figura 35. Embrague centrífugo.....	70
Figura 36. Funcionamiento del embrague.....	76
Figura 37. Funcionamiento como freno.	77
Figura 38. Banco de freno hidráulico	81
Figura 39. Modelo del manual de laboratorio.....	95
Figura 41. Estructura general del software.....	99
Figura 42. Prototipo de la interfase grafica.....	101
Figura 43. Barra de los laboratorios.....	102
Figura 44. Barra del contenido de cada laboratorio.	102
Figura 45. Pantalla general del software.....	103

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Manual Del Laboratorio

Anexo B. Recomendaciones De Seguridad

Anexo C. Instrucciones Generales De Mantenimiento

Anexo D. Distribución De Planta

RESUMEN

TITULO:

ADECUACION Y ELABORACION DE SOFTWARE MULTIMEDIA PARA EL LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS*

AUTORES:

Jose David Suárez Rivera
Jose David Zambrano Santos**

PALABRAS CLAVES:

Diseño de maquinas, Tutorial Multimedia, Reacondicionamiento, Laboratorio, Practicas.

DESCRIPCION:

Con la realización de este trabajo de grado se pretende dotar a la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander de una estructura física y metodológica para implementar el Laboratorio de Diseño de Maquinas, haciendo posible la realización de practicas que complementen de manera experimental las teorías expuestas por lo profesores en clase.

En el documento se identifican 3 etapas básicas las cuales abarcan el proceso completo en el desarrollo y ejecución de este proyecto. Estas etapas se exponen a continuación:

En la primera fase se realizó una inspección de los bancos e infraestructura existente, además se analizaron las condiciones de espacio y sitio adecuado para el montaje de este laboratorio. Con los resultados obtenidos de esta inspección se procedió a realizar todas las actividades necesarias para el reacondicionamiento de los equipos; Las actividades desarrolladas fueron el mantenimiento a cada uno de los equipos, reparación de los elementos dañados, selección y compra de los elementos faltantes y montaje de los equipos.

* PROYECTO DE GRADO

** FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECÁNICAS, ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA, ING. RÓMULO NIÑO

En la siguiente etapa se realizó una recopilación de información teórica y técnica que nos permitiera desarrollar los temas a tratar en cada una de las prácticas; para esta fase fue de suma importancia la bibliografía recolectada de las anteriores tesis de grado sobre los temas tratados en el laboratorio. Con la suficiente documentación sobre el tema se procedió a rediseñar metodológicamente, a definir y fundamentar cada una de las pruebas a realizar en el laboratorio.

En la última fase se realiza una síntesis de todo el trabajo realizado; plasmado en el diseño de un software multimedia que contiene la documentación suficiente para desarrollar el laboratorio, permitiéndoles a los estudiantes tener un mejor aprovechamiento de los equipos con que se cuenta. El objetivo de esta herramienta computacional es generar procedimientos que le permitan al estudiante reforzar de forma sencilla y práctica los temas de la cátedra de diseño.

Como resultado final obtuvimos el funcionamiento de cada uno de los bancos del laboratorio de diseño de máquinas, un manual de prácticas definidas y preparadas para cada uno de los equipos. Adicionalmente se dejan documentación sobre los parámetros generales, manejo y recomendaciones de operación y mantenimiento de cada uno de los bancos.

SUMMARY

TITLE:

RECONDITIONING AND ELABORATION OF MULTIMEDIA SOFTWARE FOR THE MACHINE DESIGN LABORATORY²

AUTHORS:

Jose David Suárez Rivera
Jose David Zambrano Santos^{**}

KEY WORDS:

Machine design, Multimedia Tutorial, Reconditioning, Laboratory, Practices.

DESCRIPTION:

With the making of this thesis project we pretend to endow the Mechanical Engineering School of the Universidad Industrial de Santander of a physical and methodical structure to implement a Machine Design Laboratory, making possible the making of practices that complement in an empirical manner the theories exposed by teachers in class.

In the document 3 basic phases are identified which grip the complete process in the development and execution of this project. These phases are exposed up next:

In the first phase we made an inspection of the banks and existing infrastructure, besides we analyzed the conditions of space and adequate location for the erection of this laboratory. With the results obtained of this inspection we proceeded to perform all necessary activities for the reconditioning of the equipments; the activities developed were the maintenance to each and every one of the equipments, repair of damaged elements, selection and acquisition of lacking elements and mounting of equipments.

In the next phase we made a recompilation of theory and technical information that allowed us to develop the themes to be treated en each one of the practices; for this phase it was of great importance the bibliography collected from earlier thesis projects about the issues treated in the laboratory. With sufficient documentation about the subject, we proceeded to redesign methodically, define and fundament each one of the tests to be performed in the laboratory.

² THESIS PROJECT

^{**} PHYSICAL MECHANICAL FACULTY, MECHANICAL ENGINEERING SCHOOL, ENG. ROMULO NIÑO.

In the final phase we make a synthesis of all of the work performed; based on the design of a multimedia software that contains the sufficient documentation to develop the laboratory, allowing students to have a better gaining of knowledge of the equipments that he has. The objective of this computer tool is to generate procedures that allow the student to reinforce in a simple and practical way the subjects treated in the design theory.

As a final result we obtained the functioning of each one of the machine design laboratory banks, a practice manual defined and prepared for each one of the equipments. Additionally we leave a documentations about the general parameters, management and recommendations for operation and maintenance for each one of the banks.

INTRODUCCION

La Escuela de Ingeniería Mecánica tiene como propósito la formación de profesionales integrales capaces de enfrentarse a los retos de la ingeniería en el mundo actual, con el fin de obtener estos propósitos la enseñanza se ha enfocado en los últimos años a mejorar la afinidad que existe entre lo teórico y lo práctico.

Por medio del área de Diseño de Maquinas se pretende fortalecer en los estudiantes la capacidad de observación, análisis, creación, organización, síntesis, selección, aplicación y montaje, para esto es necesario enfrentarlos a situaciones reales que simulen las vivencias que se presentan en la industria. El laboratorio de Diseño de Maquinas de la escuela de Ingeniería Mecánica es un complemento importante para el desarrollo de la asignatura, y es el espacio donde el estudiante se enfrenta a situaciones reales que involucran la mayoría de conocimientos adquiridos en la carrera.

En el presente documento se muestra el desarrollo del proyecto, cuya finalidad era la adecuación de los bancos de diseño de maquinas a partir de la infraestructura existente y el diseño de una aplicación multimedia como complemento de la logística del laboratorio, que permita a los estudiantes tener un mejor desarrollo de las prácticas implementadas en dicho laboratorio.

Este trabajo de grado se inicio con un proceso de evaluación de los equipos existentes en el laboratorio y posteriormente con su proceso de reestructuración, de la mano de estas actividades se recopiló y seleccionó material bibliográfico de diversos autores proporcionando documentos académicos de fácil acceso para los estudiantes. En esta fase se describen el funcionamiento de cada uno de los equipos con el fin de ayudar al estudiante a entender los principios de funcionamiento de estos. Una vez estructurado este soporte bibliográfico se plantearon y se definieron cada una de las prácticas a realizar en el laboratorio. Los resultados obtenidos se plasman en el desarrollo de un tutorial que cumple con todos los requerimientos básicos de una herramienta educativa.

A disposición de la Escuela de Ingeniería Mecánica dejamos el laboratorio de Diseño de Maquinas conformado por los bancos de: transporte de bandas, elevador de cangilones, transporte por tornillo, zaranda vibratoria, sistema de frenos hidráulicos y embrague electromagnético; cada uno de ellos en condiciones adecuadas de funcionamiento para el desarrollo de las respectivas practicas, las cuales están consignadas en el tutorial multimedia del laboratorio; este tutorial ofrece además los parámetros generales de funcionamiento y operación de los equipos y el respaldo bibliográfico necesario.

1. FILOSOFIA DE LOS LABORATORIOS

La universidad tiene como propósito dar a sus estudiantes los conocimientos básicos en sus diferentes campos de acción, con el fin de que ellos puedan aplicarlos en la resolución de problemas cotidianos en sus respectivas labores. Sin embargo, hoy en día, se observa que gran parte de los profesionales recién graduados se les dificulta aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad, mostrando debilidades en el proceso de formación.

Uno de los más importantes campos de acción de la universidad es la Ingeniería. A través de los años se ha podido comprender que la Ingeniería es una actividad práctica, además de teórica. En general, el proceso de aprendizaje de las Ingenierías debe ir acompañado de la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades, desde las más básicas (utilización de aparatos, medición, tratamiento de datos, etc.) hasta las más complejas (investigar y resolver problemas haciendo uso de la experimentación). Es evidente la importancia de la actividad experimental en el desarrollo del proceso de formación que ha de tener las Ingenierías, desde sus primeros niveles de formación hasta en los últimos.

“Una de las principales fallas en el proceso de aprendizaje es que los estudiantes no aplican los conocimientos adquiridos en el aula de clase. Es claro que el problema principal de la enseñanza es que los conocimientos se saben decir pero no se saben

aplicar.”³ Confucio lo expreso de esta manera: “*Me lo contaron y lo olvide, Lo vi y lo entendí, Lo hice y lo aprendí*”.

En conclusión las prácticas de laboratorio son la máxima aproximación que tiene el estudiante con el ámbito profesional durante su formación, ya que durante el desarrollo de las actividades se enfrenta a situaciones similares a las de la realidad laboral.

Entonces, la finalidad del laboratorio, es sugerir una metodología aplicada, enfocada a que el estudiante haga una correlación teórica-práctica que tenga como resultado el dominio pleno de la temática, logrando que la práctica sea el complemento de la teoría.

1.1. TIPOS DE LABORATORIOS

La clasificación expuesta a continuación esta basada en la visión que tienen los docentes de ingeniería sobre las prácticas del laboratorio en la UIS, tomada de la monografía “*Importancia del laboratorio en la construcción del conocimiento*”⁴. Los laboratorios se clasifican de la siguiente manera:

- **Demostrativos:** Son actividades prácticas destinadas a obtener una familiarización perspectiva con los fenómenos; es decir mostrar comportamientos. Algunas experiencias realizadas en este tipo de laboratorio son:

³Merce Izquierdo. fundamentación y diseño de las prácticas en las ciencias experimentales. Enseñanza de las ciencias.

⁴ Agudelo, Miguel Especialización En Docencia Universitaria. Uis 1997

- Formación de imágenes por espejos y lentes
 - Efectos magnético de una corriente eléctrica
 - Propagación del calor por conducción, convección y radiación
 - Experiencias de Faraday sobre inducción electromagnética
- Experimentales: son actividades para ejemplificar y comprobar principios, leyes o mejorar la comprensión de determinados conceptos. Algunos ejemplos son⁵:
- Apreciar que las sustancias tienen diferente capacidad de aumentar su temperatura cuando reciben calor.
 - Comprobar la dependencia de la intensidad de corriente con la diferencia de potencial.
 - Comprobar la relación entre la presión y el volumen de un gas a temperatura constante.
- Aplicados: son actividades dedicadas a la investigación y están diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar en la resolución de problemas de índole científico o tecnológico.

Consideramos esta clasificación ya que contiene las reflexiones de los docentes de nuestra universidad sobre la metodología impartida en el desarrollo de los laboratorios.

⁵ Neus sanmarti. Los trabajos practicos. <http://www.educa.aragob.es/cprcalat/extrabajos.html>

2. DIAGNOSTICO DEL LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS

Los bancos de pruebas utilizados en los laboratorios de las universidades y los centros de investigación han servido para construir conocimiento por medio de la observación y el análisis de fenómenos reales, además se ha logrado la comprobación experimental de las formulaciones teóricas básicas.

Los laboratorios existentes en la escuela de ingeniería mecánica han servido como soporte académico para el estudiante y por medio de estos se ha logrado mejorar el proceso de aprendizaje, gracias al contacto real que se tiene con los experimentos y al análisis e interpretación de datos del mismo.

Anteriormente existía una serie de maquinas que eran utilizadas por los estudiantes para realizar practicas, pero con el tiempo estos equipos se deterioraron debido a que no fueron utilizados de la forma esperada. Estos equipos se encuentra ubicados en el área de talleres de Ingeniería Mecánica (Figura 1.) que cuenta con un área de 44 m² para su utilización. Este cuarto estaba siendo utilizado como bodega para almacenar diferentes trabajos prácticos y algunos trabajos de grado. Debido al fácil acceso a este sitio los equipos y trabajos sufrieron deterioro al ser retiradas algunos de sus elementos para ser utilizados en la realización de otros trabajos por parte de los estudiantes.

Figura 1. Exterior del Laboratorio de diseño de maquinas



Figura 2. Ubicación de los bancos



Los bancos existentes para realizar los trabajos prácticos de la materia de diseño de maquinas se encuentran fuera de servicio y son los que se mencionan en la tabla 1.

Tabla 1. Bancos que conforman el laboratorio de diseño de maquinas

	BANCO
1.	Transportador de banda
2.	Transportador de cangilones
3.	Transportador de tornillo sin fin
4.	Transportador de zaranda
5.	Sistema de embrague electromagnético
6.	Sistema de frenos de accionamiento hidráulico.

Realizando una inspección a los bancos descritos anteriormente obtuvimos los siguientes resultados:

➤ Transportador de banda

Tabla 2. Estado de los elementos que constituyen el transportador por banda

ELEMENTOS	DIAGNOSTICO
1. Una banda transportadora de dos lonas, de seis (6) metros de longitud y cuarenta (40) centímetros de ancho.	Mal estado. Necesario cambiarla.
2. Dos (2) tambores, uno de accionamiento y otro de reenvió. De 40cm. de longitud y 17 de diámetro.	Se encuentran en buen estado. Se les debe realizar mantenimiento.

3. Cuatro (4) rodamientos 6208 con soporte de rodamientos en "Y" SY505.	Hace falta un rodamiento y a los otros 3 se les debe realizar mantenimiento.
5. Dos (2) tensores en tornillo de $\frac{3}{4}$ de pulgadas de diámetro por 7 pulgadas de longitud.	Se encuentran en buen estado.
6. Cinco (5) rodillos locos para apoyo de la banda. 40 cm de longitud por $2\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro.	Se encuentra en buen estado.
7. Dos (2) guías laterales elaboradas en madera.	Es necesario cambiarlas
8. Un (1) tambor de arrollamiento de la guaya.	Se encuentra en buen estado
9. Dos (2) Rodamientos sobre el cual se apoya el eje del tambor.	Se encuentra en buen estado.
10. Guaya en cable de $\frac{5}{16}$ de pulgada de diámetro y 1.8 de longitud.	Se encuentra en buen estado.
11. Liberador de trinquete accionamiento de pie y transmisión del movimiento mediante guaya de $\frac{3}{32}$ pulgadas.	No funciona. Hay que arreglarlo. Cambiar la guaya.
12. Motor	No hay motor
13. Reductor de velocidad	Se encuentra en buen estado
14. Infraestructura para el montaje del motor.	Necesita ser arreglada porque no esta bien alineada.

En las figuras 3, 4 y 5 se puede observar en detalle los componentes más críticos de la banda transportadora.

Figura 3. Parte motriz de la banda transportadora



Figura 4. Rodamiento que soporta el eje del tambor de accionamiento



Figura 5. Guías de madera utilizadas en el transportador de banda



➤ Transportador de cangilones

Tabla 3. Estado de los elementos que constituyen el elevador de cangilones

ELEMENTOS	DIAGNOSTICO
1. Tolva lateral de alimentación. Área para el paso de material de 460 cm ² .	Se encuentra en buen estado.
2. Fondo curvo para el dragado. Elaborado en lámina Cold Rolled calibre 14.	Se encuentra en buen estado. Se necesita realizarle una buena limpieza.
3. Tambor de pie de 40 cm de diámetro y 18 cm de ancho.	Se encuentra en buen estado.
4. Un eje de acero C1045 de 1 ¼ de pulgada de diámetro y 34 cm de longitud.	Se encuentra en buen estado.
5. Cuatro (4) chumaceras como apoyos del eje del tambor bota y motriz.	Se encuentra en buen estado.
6. Dos (2) lámina laterales de acrílico de 3mm de espesor. Permiten observar la operación de carga.	Se encuentran muy deterioradas y es necesario cambiarlas.
7. Tambor motriz de 40 cm. de diámetro y 18 cm. de ancho.	Se encuentra en buen estado.
8. Un eje de acero C1045 de 1 ¼ de pulgada de diámetro y 42 cm. de longitud.	Se encuentra en buen estado.
9. Dos (2) lámina laterales de acrílico de 3mm de espesor. Permiten observar la operación de descarga.	Se encuentran muy deterioradas y es necesario cambiarlas.
10. Motor de ¾ HP y una velocidad de giro de 1750 RPM. Tensión de 220 V y corriente de 7.65 amperios.	Motor en buen estado. Falta el cable para suministrar la corriente trifásica.

11. Transmisión mediante polea y correa tipo B6 con una relación 5.6	Se encuentra en buen estado.
12. Reductor de velocidad sin fin corona	Se encuentra en buen estado.
13. Infraestructura para el montaje del motor.	Se encuentra en buen estado.

Figura 6. Sistema motoreductor del elevador de cangilones



Figura 7. Bota del elevador de cangilones



➤ Transportador de tornillo sin fin

Tabla 4. Estado de los elementos que constituyen el tornillo sin fin

ELEMENTOS	DIAGNOSTICO
1. Canal en forma de U sobre el cual es conducido el material de transporte. Tiene una longitud de 2.7 m.	Se encuentra en buen estado.
2. Boca de descarga, en forma rectangular	Buen estado.
3. Dos (2) Rodamientos como soporte del elemento sin fin.	Se encuentra en buen estado.
4. Un eje macizo en acero al cromo 2 ½ pulgada de diámetro. Longitud de 2.95 m.	Se encuentra en buen estado.
5. Hélice de acero al cromo-níquel 304 de 1/8 de espesor con un diámetro externo de 9 pulgadas y un paso de 6 pulgadas.	Se encuentra en buen estado.
6. Un motor de un (1) HP de potencia y una velocidad de giro de 1700 RPM. Tensión de 220 V, corriente de 3.3 amperios, factor de potencia de 0.8	Se encuentra en buen estado. Le hace falta el cable para suministrar la corriente trifásica.
7. Acople flexible entre el motor y reductor mediante manguito.	Se encuentra en buen estado.
8. Reductor sin fin corona con una reducción de 34.	Se encuentra en buen estado.
9. Transmisión de potencia mediante poleas y correa tipo B46. La relación de velocidades es de 1.	La polea conductora no se encuentra. Es necesario comprarla.
10. Una botonera para el encendido y apagado del motor.	Se encuentra en buen estado.

Figura 8. Sistema motriz del tornillo sin fin



Figura 9. Hélice del tornillo.



➤ Transportador de zaranda

Tabla 5. Estado de los elementos que conforman el transportador por zaranda

ELEMENTOS	DIAGNOSTICO
1. Motor	Se encuentra en buen estado.
2. Transmisión de potencia mediante poleas y correa tipo B46.	Se encuentra en buen estado.
3. Rueda excéntrica.	Se encuentra en buen estado.
4. Armazón	Se encuentra en buen estado.
5. Sistema e amarre no rígido entre la estructura y la mesa.	Se encuentra en buen estado.

Figura 10. Sistema motriz del transportador de zaranda.



➤ Sistema de embrague electromagnético

Este sistema esta compuesto de esencialmente por dos partes: la parte mecánica compuesta por motor, embrague y freno se encuentra en buen estado y los dispositivos electrónicos los cuales fueron sustraídos de la maquina.

Figura 11. Panel de mando y display de visualización del sistema.



➤ Sistema de frenos de accionamiento hidráulico.

Tabla 6. Estado de los elementos que conforman el banco de frenos hidráulico.

ELEMENTOS	DIAGNOSTICO
1. Freno de disco	Se encuentra en buen estado.
2. Tambor de frenos	Se encuentra en buen estado.

3. Freno de mano	Se encuentra en buen estado.
4. Cilindro maestro o bomba de freno, cilindro de rueda.	Se encuentra en buen estado.
5. Servo de vacío o Booster	Se encuentra en buen estado.
6. Válvula limitadora de presión	Se encuentra en buen estado.
7. Bomba de vacío	Se encuentra dañada. No funciona. Hay que reemplazar.
8. Moto-reductor	Se encuentra en buen estado.
9. Estructura	Se encuentra en buen estado.

Figura 12. Sistema de accionamiento de accionamiento hidráulico.

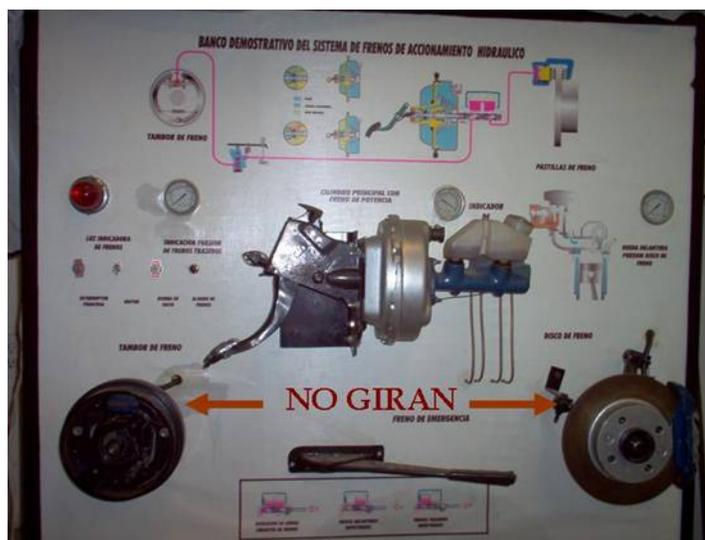


Figura 13. Bomba de vacío utilizada por el sistema.



De acuerdo a lo anterior concluimos que las condiciones iniciales de los equipos mencionados en la tabla 1. no son las apropiadas para su puesta en funcionamiento. En la siguiente tabla mencionamos los elementos necesarios para posteriormente trabajar en cada uno de ellos.

Tabla 7. Elementos faltantes de los bancos que conforman el laboratorio de diseño de maquinas

	ELEMENTO	BANCO
1.	Banda transportadora de dos lonas	Transportador de banda
2.	Rodamiento 6208	Transportador de banda
3.	Guías laterales en madera	Transportador de banda
4.	Guaya de 3/32 pulgadas	Transportador de banda
5.	Motor	Transportador de banda
6.	Cable de conexión	Transportador de banda
7.	Polea conductora	Tornillo sin fin
8.	Cable de conexión	Tornillo sin fin

9.	Laminas laterales de acrílico	Transportador de cangilones
10.	Cable de conexión	Transportador de cangilones
11.	Display de visualización	Embrague electromagnético
12.	Bomba de vacío	Sistema de Freno hidráulico
13.	Punto de conexión para corriente trifásica de 220 V	Adecuación de la parte eléctrica

3. MARCO TEORICO DEL LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS

El diseño de maquinas es un área sumamente extensa en contenido hablando desde el punto netamente académico, y se complementa con la elaboración de pequeños trabajos prácticos.

Con el fin de familiarizar al estudiante con el funcionamiento de equipos utilizados en la industria para el transporte de materiales a granel y los sistemas de frenado y embragado que sirven para el arranque y la detención de equipos con alta frecuencia durante un ciclo; se reacondicionaron los equipos que van a ser descritos posteriormente en este capitulo.

3.1. TRANSPORTADOR DE BANDA

El transportador de banda, es un sistema de transmisión flexible, simple y económico, que lo hace recomendable para varias aplicaciones. Este sistema ha sido utilizado por décadas para transportar diferentes tipos de materiales, en el que se destaca el transporte de material pesado y a granel.

Las ventajas que nos puede ofrecer este sistema de transporte son las siguientes:

- El manejo de grandes distancias para el transporte del material.
- Grandes capacidades de transporte.
- Transporta una gran variedad de materiales en clase y granulometría.

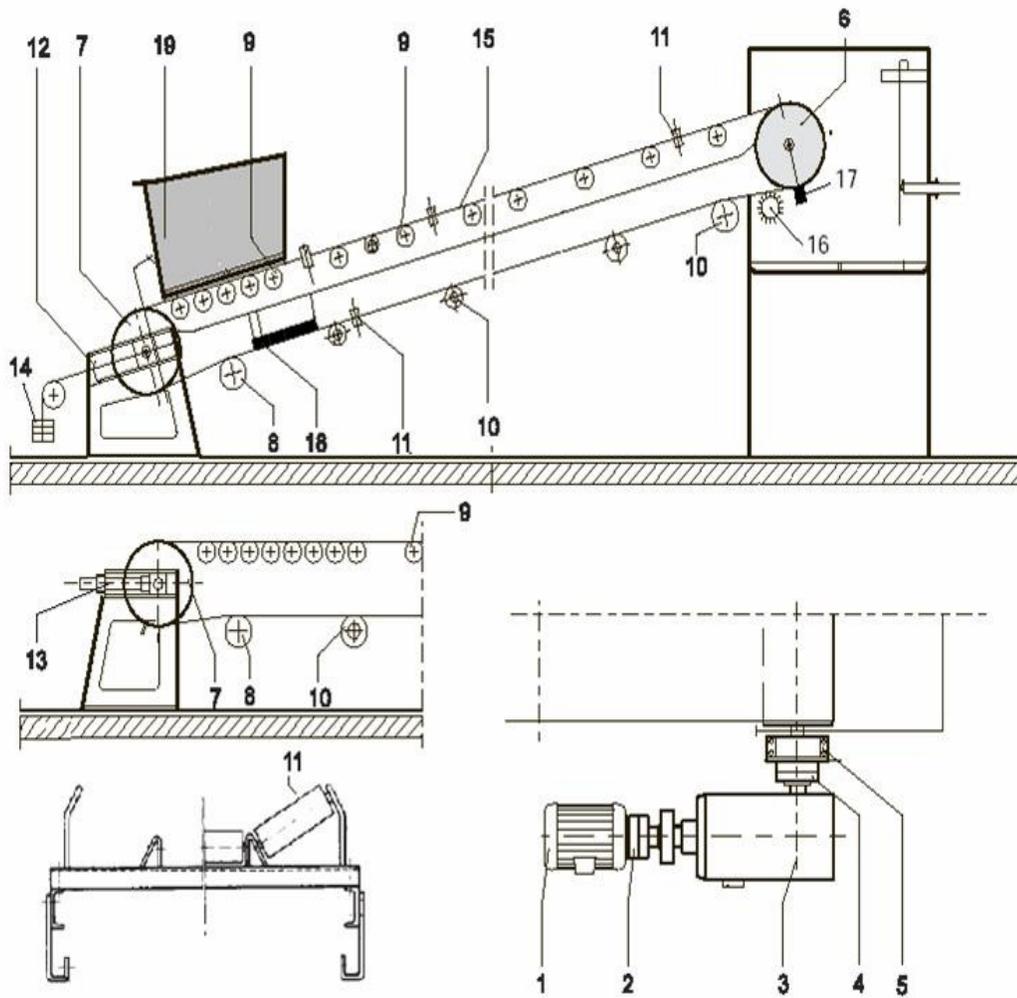
- Un mantenimiento del equipo mínimo.
- Funcionamiento del equipo suave y silencioso.
- La descarga se puede realizar en cualquier punto del trazado.
- Se pueden adaptar de manera fácil.
- Durabilidad de la correa.
- Bajo consumo de energía.

3.1.1. Elementos Principales De Un Transportador De Banda

Un sistema de transporte por banda esta compuesto por los elementos de impulsión, conducción y de compensación, y la banda transportadora.

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Motor | 11. Rodillo guía |
| 2. Acople del motor | 12. Guía Compensación |
| 3. Sistema de transmisión | 13. Tornillo de Compensación |
| 4. Acoplamiento del sistema de impulsión | 14. Compensación por peso |
| 5. Cojinetes | 15. Banda transportadora |
| 6. Tambor motriz | 16. Rodillo De Cepillado |
| 7. Tambor de reenvió tensora | 17. Raspador |
| 8. Tensor de correa | 18. Raspador Interno |
| 9. Rodillos viajeros | 19. Canal inclinado de alimentación |
| 10. Rodillo de retorno | |

Figura 14. Montaje de un sistema de transporte por banda.



Conveyor Belt Technique Design and calculation

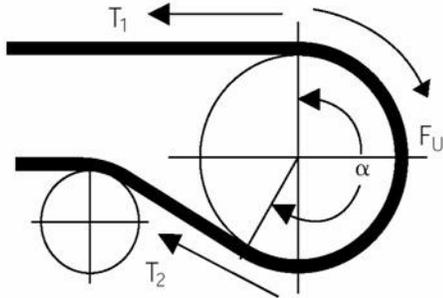
3.1.2. Principio De Funcionamiento

La transmisión de potencia del tambor motriz a una banda transportadora, se debe a la fuerza de rozamiento que se origina entre estos dos elementos; la cual obedece a la condición límite de Eytelwein-Euler.

➤ **Fuerza de transmisión**

Las tensiones de la correa requeridas para la transmisión de la fuerza efectiva de arrastre F son:

Figura 15. Accionamiento de la polea motriz

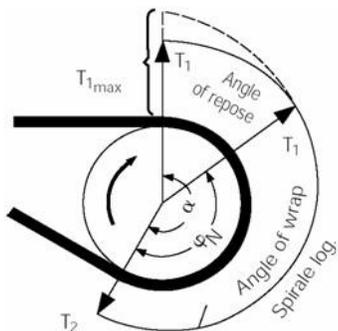


$$F_u = T_1 - T_2 \quad \text{Ecuación 1.}$$

T_1 es la tensión del ramal cargado
 T_2 es la tensión del ramal inferior sin carga

La condición límite de Eytelwein-Euler nos dice que la tensión de la banda disminuye a lo largo del perímetro del tambor motriz según una función logarítmica, desde el valor T_1 hasta T_2 , como consecuencia de la fuerza tangencial de accionamiento.

Figura 16. Límite de Eytelwein-Euler.



$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\mu \cdot \alpha} \quad \text{Ecuación 2.}$$

α es el ángulo de abrace en radianes
 μ es el coeficiente de rozamiento entre la banda y el tambor

De las formulas 1 y 2 se derivan las siguientes ecuaciones

$$T_1 = F \cdot \left[1 + \frac{1}{\ell^{\mu \cdot \alpha} - 1} \right] = F * C_1 \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$T_2 = F \cdot \frac{1}{\ell^{\mu \cdot \alpha} - 1} = F * C_2 \quad \text{Ecuación 4.}$$

Donde C_1 y C_2 son los factores de la impulsión.

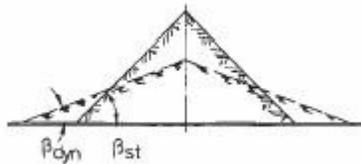
3.1.3. Consideraciones De Diseño

3.1.3.1. Características del material a transportar

Dependiendo del material a transportar hay que tener en cuenta tres aspectos:

- Angulo de reposo (β_{st}): es el ángulo que forma la superficie del material con respecto a la horizontal cuando se encuentra libremente depositado.
- Angulo de transportabilidad (β_{dyn}): es el ángulo que forma la superficie del material con respecto a la horizontal cuando se esta transportando.
- Fluidez: Definida por el ángulo de reposo y de transportabilidad determina la sección transversal del material transportado en la banda, así como un índice seguro del ángulo de inclinaron de ésta.

Figura 17. Angulos del materia

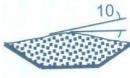
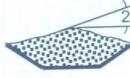
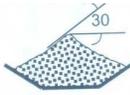


$$\beta_{dyn} = (0.5 - 0.9) \cdot \beta_{st} \quad \text{Ecuación 5.}$$

Conveyor Belt Technique Design and Calculation

En la tabla 8 se muestra como se clasifican los materiales de acuerdo a estos tres parámetros.

Tabla 8. Fluidez, ángulo de reposo y de transportabilidad.

	Flujo muy libre	Flujo libre	Flujo medianamente libre		Flujo pesado
Ángulo de transportabilidad (grados)	5	10	20	25	30
Perfil					
Ángulo de reposo (Grados)	0-19	20-29	30-34	35-39	40 o mas
Material	Tamaño uniforme, muy pequeño, partículas redondas, muy seco, tal como la silica seca o el cemento.	Redondeado, seco, partículas pulidas, de peso medio, tales como grano de cereales y granulos.	Irregular, granular, material aterronado de peso medio, como semillas, carbón mineral y arcilla.	Materiales mas comunes como carbón bituminoso, piedras y minerales como hierro y cobre.	Irregular, filamentoso, fibroso, de fácil atascamiento, tales como leña desmenuzada.

CEMA, CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURES ASSOCIATION, Belt conveyor for materials, third edition, published by the conveyor equipment manufactures association 1998 USA.

Para complementar la información de los materiales a transportar se muestra la tabla 9.

Tabla 9. Características de materiales.

MATERIAL	PESO PROMEDIO Lb/ft3	ÁNGULO DE REPOSO Grados	INCLINACION MAXIMA Grados
Almidón	25-50	24	12
Arena húmeda	105-130	45	20-22
Arena seca	90-110	35	16-18
Arroz con cáscara	36	30-40	-
Arroz trillado	45-48	19	8
Aserrín	10-13	36	22
Bagazo	7-10	45	-
Café tostado	22-26	-	-
Café verde	32-45	30-44	10-15
Carbón antracita	60	35	18
Carbón bituminoso	50-54	45	24
Cemento pórtland	72-99	30-44	20-23
Ceniza gruesa	105	32	17
Escoria compactada	80-90	25	10
Escoria granulada seca	60-65	25	13-16
Mineral de cobre	120-150	30-44	20
Mineral de hierro	100-200	35	18-20
Plomo	200-270	30	15
Pulpa de papel	40-60	19	-
Sal fina y seca	70-80	25	11
Sal gruesa y seca	40-55	-	18-22
Tabaco	15-25	45	-
Tierra humedad	100-110	45	23
Tierra seca	70-80	35	20
Trigo	45-48	28	12

CEMA, CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURES ASSOCIATION, Belt conveyor for materials, third edition, published by the conveyor equipment manufactures association 1998 USA.

3.1.3.2. Anchos de banda

En el ancho de las bandas influyen factores diversos como la velocidad y otros propios de la naturaleza del material como el tamaño de los terrones. La banda debe ser de ancho suficiente para que cualquiera que sea la combinación de terrones y material fino no cargue demasiado los terrones hacia el borde de la banda.

Los anchos comerciales más comunes son 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 72, 84 y 96 pulgadas.

El tamaño de los terrones influye en las especificaciones de la banda y en la escogencia de los rodillos. En la siguiente tabla se muestra la relación del tamaño de terrón con el ancho de banda.

Tabla 10. Tamaño máximo de terrón.

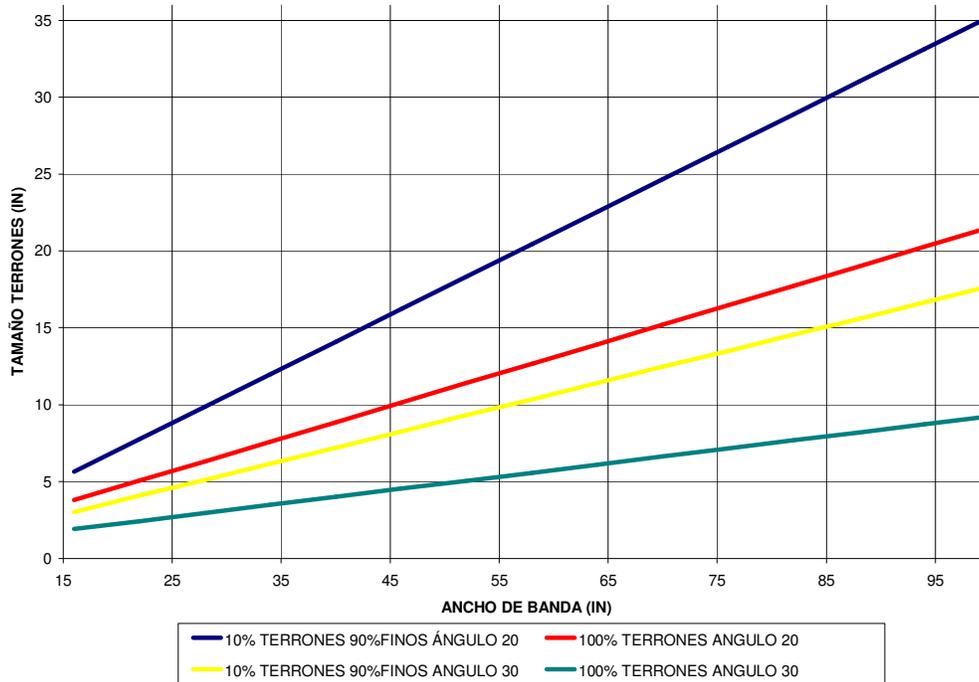
ÁNGULO DE TRANSPORTABILIDAD	RELACION TERRONES/FINOS	TAMAÑO MÁXIMO RECOMENDADO
20°	10/90 %	1/3*b
20°	100/0 %	1/5*b
30°	10/90 %	1/6*b
30°	100/0 %	1/10*b

CEMA, CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURES ASSOCIATION, Belt conveyor for materials, third edition, published by the conveyor equipment manufactures association 1998 USA.

Donde b corresponde al ancho de la banda.

Otra forma para poder calcular el ancho de banda es utilizando la siguiente grafica.

Figura 18. Tamaño del terrón en función del ancho de la correa y de la relación finos/terrones.



CEMA, CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURES ASSOCIATION, Belt conveyor for materials, third edition, published by the conveyor equipment manufactures association 1998 USA.

3.1.3.3. Velocidades de la banda

La velocidad de las bandas depende del material a transportar y de la capacidad deseada. Los materiales polvorientos deben ser transportados a bajas velocidades para así minimizar el polvo; los materiales frágiles también limitan las velocidades. En la tabla 11 observamos una clasificación de materiales con unas velocidades recomendadas.

Tabla 11. Velocidades máximas recomendadas para el manejo de materiales.

MATERIAL	VELOCIDAD (PIES/MIN)	ANCHO BANDA (PULGADA)
Material no abrasivo: granos y otros de flujo libre	500	18
	700	24-30
	800	36-42
	1000	48-96
Carbón mineral, arcilla, mineral fino, tierra.	400	18
	600	24-36
	800	42-60
	1000	72-90
Pesado, duro, puntiagudo, piedra grueso	350	18
	500	24-36
	600	Mas de 36
Arena para fundición y mineral pequeño	350	Cualquier ancho
Arena para fundición, material seco abrasivo.	200	Cualquier ancho
Materiales no abrasivos descargados de la correa por medio de ranuras.	200	Cualquier ancho
	Pulpa de madera 300- 400	
Materiales medianamente abrasivos.	50-100	Cualquier ancho

CEMA, CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURES ASSOCIATION, Belt conveyor for materials, third edition, published by the conveyor equipment manufactures association 1998 USA.

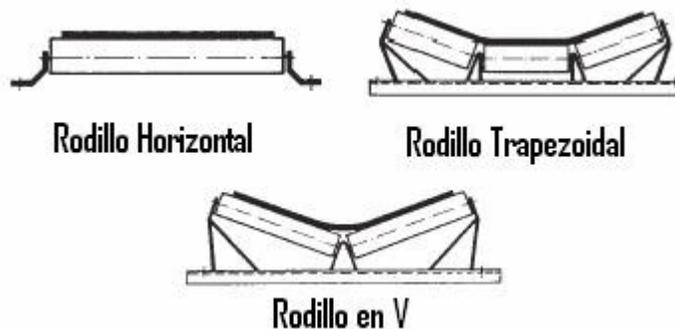
3.1.3.4. Rodillos

La selección del diámetro de rodillo apropiado y del tamaño del eje se basan en el tipo de servicio, operación, condición de carga y velocidad de la banda.

Existen dos tipos básicos de rodillos, como se observa en la figura 19.

- Rodillos viajeros: son usados para soportar y transportar la carga. Pueden tener la siguiente configuración:
 1. Horizontal, consta de un solo rodillo usado para soportar la parte plana de la banda. Usado generalmente en bandas de bajas velocidades y donde la carga esta bien distribuida.
 2. Trapezoidal, sigue la configuración que adopta la banda cuando se carga, consta de 3 rodillos, el del entro horizontal y los laterales inclinados. Esta configuración permite una mayor capacidad de transporte. Vienen en ángulo de 20, 35 y 45 grados.
- Rodillos de retorno: son usados para soportar la banda desde el punto de descarga hasta la zona de carga y consiste en rodillos horizontales. También existe una configuración de rodillos en V, con una inclinación de 10 a 15 grados usados en bandas de trabajo pesados para aliviar la tensión de la banda.

Figura 19. Tipos de rodillos



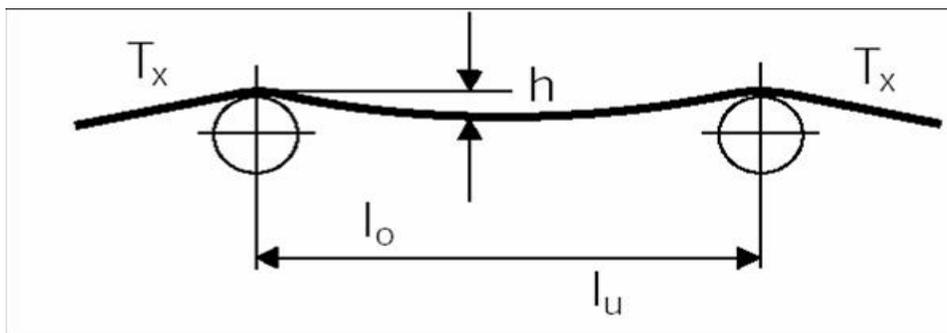
En la siguiente tabla se muestra los diámetros de los rodillos recomendados de acuerdo al trabajo realizado, la clasificación de los rodillos en según las normas CEMA.

Tabla 12. Clasificación de los rodillos.

CLASIFICACION	DIAMETRO RODILLO (IN)	DESCRIPCION
A4	4	Trabajo liviano
A5	5	Trabajo liviano
B4	4	Trabajo liviano
B5	5	Trabajo liviano
C4	4	Trabajo mediano
C5	5	Trabajo mediano
C6	6	Trabajo mediano
D5	5	Trabajo mediano
D6	6	Trabajo mediano
E6	6	Trabajo pesado
E7	7	Trabajo pesado

El espacio entre los rodillos esta influenciado por el peso del material, la rata del trabajo y la tensión de la correa. El espaciamiento se reduce particularmente hacia la zona de carga donde el hundimiento se hace mayor. Demasiado espacio entre los rodillos ocasiona un incremento en el consumo de potencia.

Figura 20. Espacio entre los rodillos



Por medio de la siguiente ecuación se calcula la distancia.

$$I_o = \frac{T_x * 8 * h_{rel}}{(m'_L + m'_G) * g} \text{ (m)} \quad \text{Ecuación 6.} \quad I_u = \frac{T_x * 8 * h_{rel}}{m'_G * g} \text{ (m)} \quad \text{Ecuación 7.}$$

I_o (m) Distancia entre los rodillos en el trayecto de carga

I_u (m) Distancia entre los rodillos en el retorno

T_x (N) Tensión de la correa en el punto X

m_L (kg/m) Peso de la carga por metro

m_G (kg/m) Peso de la correa por metro

g (m/s²) gravedad

h_{rel} Holgura relativa de la correa

Funcionamiento $h_{rel} = 0.005-0.015$

Retorno $h_{rel} = 0.020-0.030$

Tabla 13. Espaciamiento sugerido para rodillos.

ANCHO CORREA (IN)	RODILLOS VIAJEROS						RODILLOS DE RETORNO
	PESO DEL MATERIAL (LBS/PIE ³)						
	30	50	75	100	150	200	
18	5.5	5.0	5.0	5.0	4.5	4.5	10
24	5.0	4.5	4.5	4.0	4.0	4.0	10
30	5.0	4.5	4.5	4.0	4.0	4.0	10
36	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.5	10
42	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	10
48	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	10
54	4.5	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	10
60	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	10
72	4.0	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	8
84	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.0	8
96	3.5	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0	8

CEMA, CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURES ASSOCIATION, Belt conveyor for materials, third edition, published by the conveyer equipment manufactures association 1998 USA.

3.1.3.5. Tambores

Los tambores más comunes para bandas son en acero, son fabricados en un amplio rango de tamaños y consiste básicamente en un cilindro con dos discos soldados en sus extremos a los cuales van sujetos unos bujes. Algunos de los cilindros son revestidos con caucho, tela u otro material, con el fin de incrementar el coeficiente de fricción entre la banda y el tambor y reducir a la vez el desgaste.

3.1.3.6. Banda transportadora

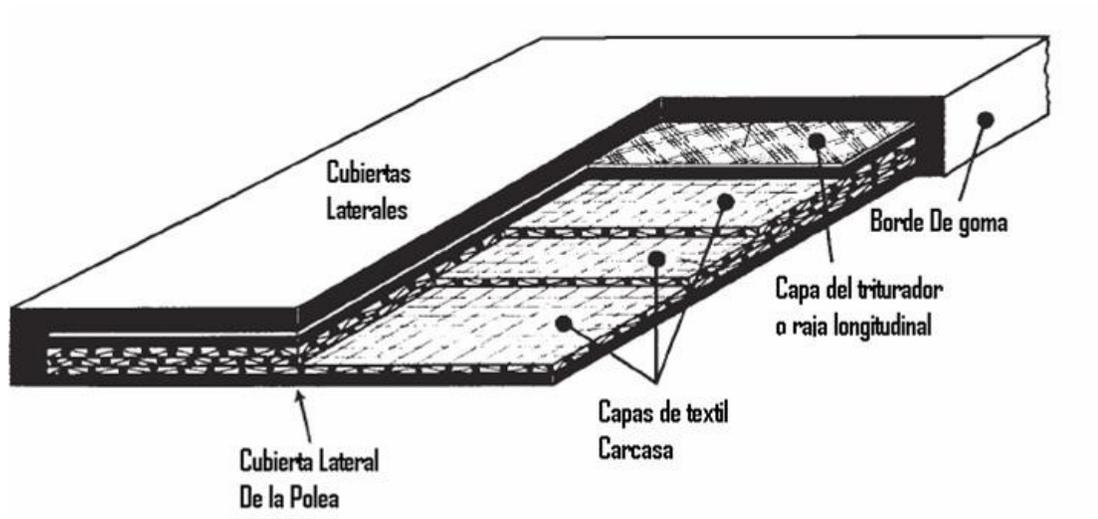
La banda transportadora es el elemento más importante de una instalación del transportador de correa. Tiene que ser capaz de hacer tareas numerosas:

- Absorber las tensiones desarrolladas en la impulsión
- Transportar la carga
- Absorber la energía del impacto en el punto de carga

La banda transportadora esta conformada por los siguientes componentes:

- Carcasa. Capa del textil que consiste en armadura de acero o cuerda del acero.
- Cubiertas en diversas calidades el caucho o PVC.
- Componentes adicionales (según lo requerido) por ejemplo la protección de borde, la protección del impacto y la prevención a la raja longitudinal
- Elementos especiales de la construcción como perfiles en las correas escarpadas de la pendiente, las grapas o los bordes acanalados.

Figura 21. Elementos que componen una banda transportadora.



Conveyor Belt Technique Design and calculation

3.1.3.7. Capacidad de la banda

La capacidad de transporte esta determinada por el área de la sección transversal y la velocidad de la banda, como se muestra en la siguiente ecuación.

$$Q_v = A * v * 3600 * \varphi \left(\frac{m^3}{h} \right) \quad \text{Ecuación 8.}$$

φ Grado de eficacia en la carga del material

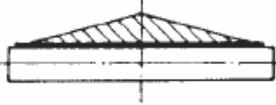
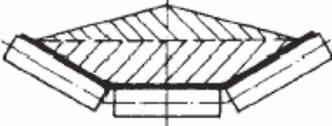
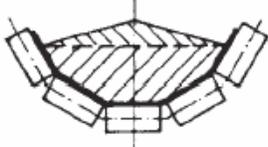
Para calcular la capacidad de carga de materiales a granel obtenemos

Capacidad de carga teórica $Q_m = Q_v * \rho$ Ecuación 9.

Capacidad real $Q_m = Q_v * \rho * \varphi$ Ecuación 10.

Es importante identificar el área de la selección de carga de una banda, en la siguiente tabla mostramos una comparación del área de carga, esta se realizo con un ancho de banda de $B = 1000$ mm y ángulo de reposo de $\beta = 15^\circ$.

Tabla 14. Area de carga de una banda.

FORMA	Angulo	Área de la seccion Transversal Carga	Comparacion
	Flat	0.0483	44%
	20°	0.1007	91%
	30°	0.1145	104%
	20°	0.0935	85%
	30°	0.1100	100%
	45°	0.1247	113%
 Deep Trough	20°	0.0989	90%
	30°	0.1161	106%
	45°	0.1284	117%
 Garland	30°/60°	0.1329	121%

Conveyor Belt Technique Design and calculation

También existen tablas tabuladas que presentan el área total de carga, de acuerdo al ángulo de transportabilidad del material y ángulos de rodillos mas comunes, como son de 20°, 35° y 45°, operando a una velocidad especifica de 100 fpm.

Tabla 15. Capacidad de carga de una banda para un ángulo de 20 grados.

Ancho de la correa (Pulgadas)	At-Area de la seccion de la carga (Ft ²)						
	Ángulo de transportabilidad						
	0	5	10	15	20	25	30
18	0,089	0,108	0,128	0,147	0,167	0,188	0,209
24	0,173	0,209	0,246	0,283	0,32	0,359	0,399
30	0,284	0,343	0,402	0,462	0,522	0,585	0,649
36	0,423	0,509	0,596	0,684	0,774	0,866	0,96
42	0,588	0,708	0,828	0,95	1,074	1,201	1,332
48	0,781	0,94	1,029	1,26	1,424	1,592	1,765
54	1,002	1,204	1,407	1,613	1,822	2,037	2,258
60	1,249	1,501	1,753	2,009	2,27	2,537	2,812
72	1,826	2,192	2,56	2,933	3,312	3,701	4,102
84	2,513	3,014	3,519	4,03	4,551	5,085	5,635
96	3,308	3,967	4,631	5,302	5,986	6,687	7,411
Ancho de la correa (Pulgadas)	Capacidad para 100 FPM (Ft ³ /Hr)						
	Ángulo de transportabilidad						
	0	5	10	15	20	25	30
18	537	653	769	886	1005	1128	1254
24	1041	1258	1477	1698	1924	2155	2394
30	1708	2060	2414	2772	3137	3511	3897
36	2538	3057	3579	4107	4645	5196	5765
42	3533	4250	4972	5703	6447	7210	7997
48	4691	5640	6594	7560	8544	9552	10592
54	6013	7225	8444	9678	10935	12223	13552
60	7498	9006	10522	12057	13621	15223	16876
72	10961	13155	15364	17599	19876	22210	24617
84	15079	18089	21119	24186	27309	30511	33813
96	19850	23806	27787	31816	35921	40128	44466

CEMA, CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURES ASSOCIATION, Belt conveyor for materials, third edition, published by the conveyor equipment manufactures association 1998 USA.

3.2. TRANSPORTADOR DE CANGILONES

Los elevadores de cangilones son las maquinas de mayor utilización para la elevación de granos, en instalaciones comerciales de silos, molinos, plantas de semillas, etc. Además se pueden utilizar en la elevación de cualquier material poco abrasivo, como carbón por ejemplo.

En un elevador típico, una banda provista de cangilones (recipientes) y normalmente encerrada en cajas metálicas, eleva el grano.

La velocidad de la banda y la forma de los cangilones, provoca la descarga del grano, en la polea superior por acción de la fuerza centrífuga.

Algunas características que nos puede ofrecer este sistema de transporte son las siguientes:

- Exigen poca vigilancia y mantenimiento. Asegurando muchos años de servicio económico, sin problemas.
- Consumo de energía alto, comparado con el trabajo útil.

3.2.1. Elementos Principales De Un Elevador de Cangilones.

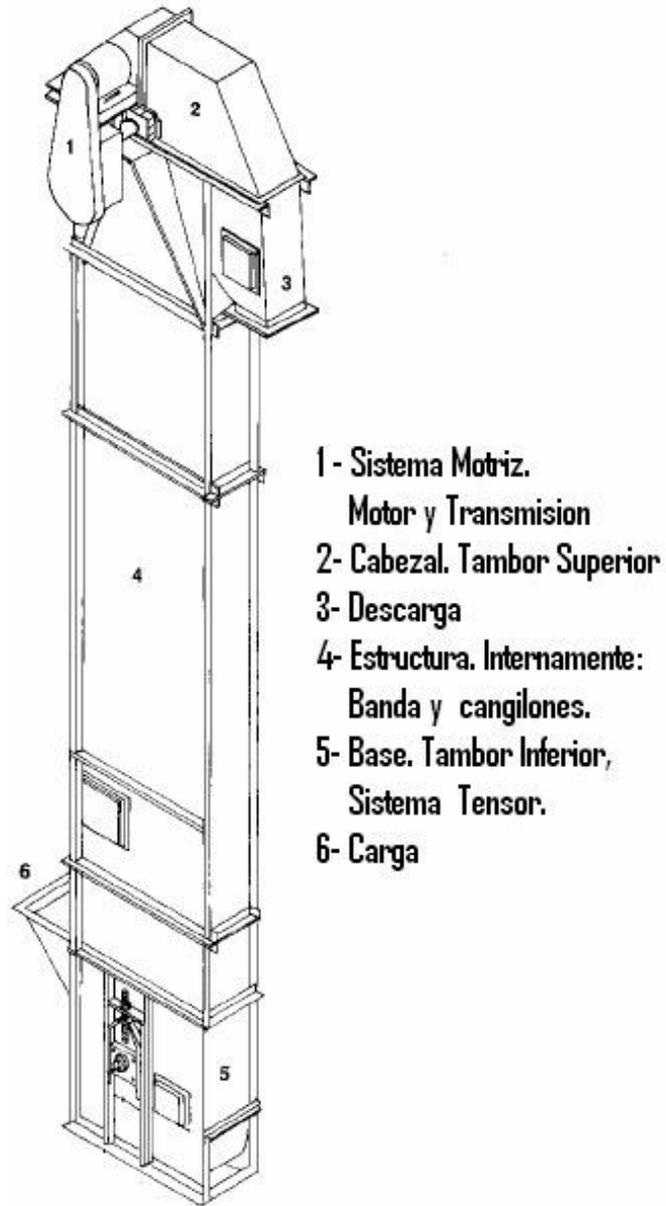
El transportador de cangilones (Figura 22.) adaptado para el laboratorio, es un sistema mecánico útil para el transporte de material a granel de forma continua a lo largo de una trayectoria vertical o inclinada.

3.2.2. Clasificación de los cangilones

Los elevadores de cangilones se clasifican principalmente en dos tipos:

- | | | |
|-------------------------------------|---|---|
| 1. Elevador de cangilones espaciado | { | <ul style="list-style-type: none">➤ Descarga centrífugaDe alta velocidad➤ Descarga positiva |
|-------------------------------------|---|---|

Figura 22. Partes Principales Elevador de cangilones



REXNORD Conveying Equipmente Operation.(hi-load bucket elevators)

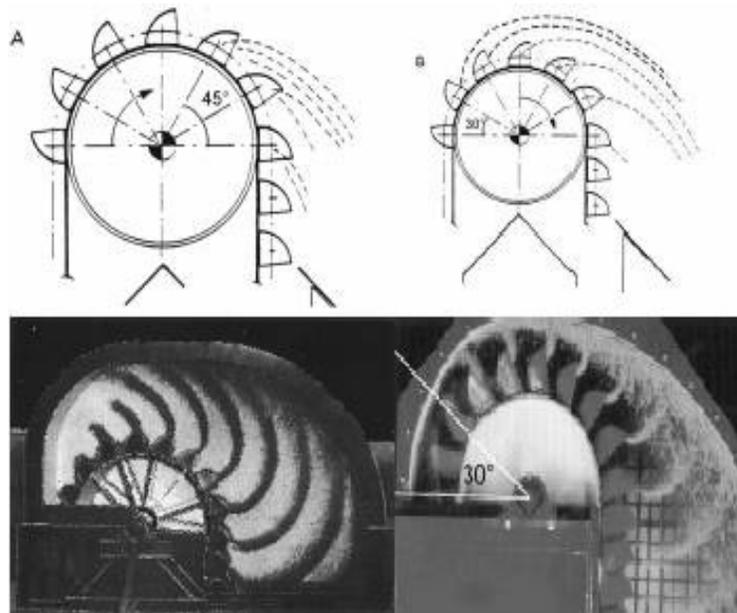
2. Elevador de cangilones continuo
- Capacidad regular
 - Capacidad intermedia
 - Súper capacidad

3.2.3. Principio de Funcionamiento de los Elevadores de Cangilones

Los elevadores mas utilizados en la industria son los de descarga centrífuga. La gran ventaja que ofrecen estos elevadores es que su sistema permite adaptar cangilones de varios diseños, para cada caso en particular de manejo de materiales.

Para que este sistema de transporte tenga buena carga y descarga es necesario que la velocidad del cangilon y el diámetro de la rueda principal mantengan una relación bien definida. La figura 23. es utilizada para realizar el estudio de la descarga. En el cangilon numero 1 solo actúa el peso del material contenido en el mismo. En los cangilones 2, 3 y 4, actúa además la fuerza centrífuga F_C , dirigida en sentido radial, la cual, al componerse con P , dará la resultante R que será función del ángulo que define la posición del cangilon.

Figura 23. Análisis de la descarga del cangilon.



http://go4b.com/espanol/informacion_tecnica/92810bucketelev_19.pdf

De acuerdo a lo anterior podemos plantear las siguientes ecuaciones:

$$P_m = \frac{m \cdot V_t^2}{D/2} \quad \text{Ecuación 6.}$$

$$V_t^2 = \frac{g \cdot D}{2} \quad \text{Ecuación 7.}$$

$$V_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \quad \text{Ecuación 8.}$$

Sustituyendo la ecuación 8 en la 7 obtenemos:

$$n = \frac{42.5}{\sqrt{D}} [rpm] \quad \text{Ecuación 9.}$$

$$V_t = 2.22 \cdot \sqrt{D} [m/s] \quad \text{Ecuación 10.}$$

Los fabricantes suministran tablas donde relacionan el diámetro de la rueda principal para diferentes velocidades del cangilon. Dependiendo de la naturaleza del material manejado, la velocidad y el diámetro de la rueda principal pueden variarse después de chequear la trayectoria del material descargado. Deben tomarse precauciones cuando las velocidades están muy por encima de las recomendadas por los fabricantes, ya que se puede presentar el fenómeno de ventilación, causando que el proceso de carga sea ineficiente, además el material salga antes de lo previsto del cangilon causando que parte del material caiga de nuevo a la bota del cangilon.

La velocidad normal para los elevadores de cangilones espaciados de descarga centrífuga, varia entre 200 y 335 pies/min. Para entregar la capacidad nominal de descarga a un rendimiento satisfactorio, el elevador de cangilones debe ser alimentado a una rata uniforme, se puede regular la

entrada de material, por medio de compuertas o válvulas; este método se utiliza para materiales que fluyen libremente como pueden ser los granos.

Los elevadores de descarga centrífuga se caracterizan por ser unidades compactas y económicas, están limitados por el tamaño del material a transportar y su capacidad de transporte no sobrepasa las 150 T/hora.

3.2.2. Capacidad del transportador de cangilones

La capacidad del transportador de cangilones viene expresada mediante la siguiente ecuación:

$$Q = 3.6 \cdot \frac{C}{p} V \cdot \phi \cdot \gamma \quad \text{Ecuación 11.}$$

Donde:

Q Capacidad (T/hora)

C Volumen del cangilon (dm³)

V Velocidad del cangilon (m/seg)

φ Porcentaje de llenado

γ Peso específico del material (Kg/dm³)

p Paso entre cangilones

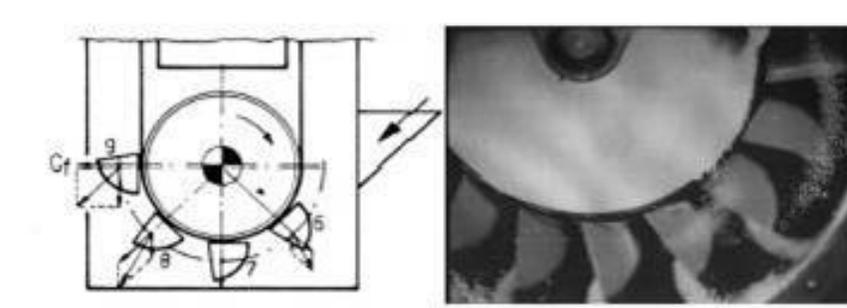
3.2.3. Carga y descarga de los elevadores

Los elevadores de cangilones efectúan dragado al pie del elevador cuando el material utilizado es granular, debido a que el material alimentado se vierte

parcialmente fuera de los cangilones. Este fenómeno ocurre sobretodo en los cangilones espaciados.

Cuando el material utilizado esta en trozos de mediana o grandes dimensiones, y además es friable y abrasivo, este sistema no puede emplearse, la alimentación debe hacerse directamente en el cangilon, lo que limita a emplear únicamente elevadores continuos. Generalmente la disposición constructiva de la boca de la carga y de la tolva adjunta es la que se indica en la figura 24. Como se puede observar la utilización de este sistema no es recomendable debido a que no regula el material, pudiendo presentarse una sobrecarga del elevador y hacer difícil el dragado.

Figura 24. Carga del elevador



http://go4b.com/espanol/informacion_tecnica/92810bucketelev_19.pdf

Para materiales finos se suelen emplear alimentadores rotativos, pero en algunos casos se emplean alimentadores oscilantes.

La descara del material no presenta mayor dificultad, los ángulos de las bocas o tolvines de descarga se indican en la tabla 16.

Tabla 16. Ángulos de los tolvinos de descarga

MATERIAL	ANGULO
Cereales	15-30
Harina, Yeso	20-25
Cemento, Materiales finos	30
Carbón seco	30
Carbón apelmazado	45-50

Diseño y construcción de un prototipo para transporte múltiple como equipo de pruebas de Diseño de Maquinas III. Tesis de Grado

3.2.4. Estudio de tensiones en elevadores de banda

Para que no se produzca deslizamiento de la banda sobre el tambor de cabeza, debe cumplirse la ecuación 1. utilizada para bandas transportadoras.

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\mu \cdot \alpha}$$

La relación de tensiones T_1 y T_2 debe mantenerse en los rangos recomendados por el fabricante, de lo contrario el sistema no operara de manera óptima. El primer problema o inconveniente que se puede presentar es cuando existe una alimentación excesiva al sistema, ya que esto hace que aumente la capacidad a elevar, por tanto aumenta la tensión en el ramal de elevación, aumentando la relación de tensiones y provocando deslizamiento en la banda. El segundo inconveniente es cuando la relación esta por debajo de la relación, en este caso se presentara un consumo excesivo de potencia.

3.2.5. Selección de un transportador de cangilones

El primer paso para seleccionar un sistema de transporte de este tipo es escoger el elevador. Para esto hay que recurrir a las tablas que han desarrollado los fabricantes basados en la experiencia. Ellos recomiendan un tipo específico de elevador dependiendo principalmente del tipo de material a transportar.

Una vez conocido el tipo y clase de elevador se debe seleccionar la correa que es un elemento de primordial importancia. Entonces se debe calcular las tensiones que se generan en la banda, esta tensión se calcula así: la tensión total en la correa del elevador a medida que pasa por la polea principal es la suma de los siguientes componentes:

- Tensión generada debido a la tracción del motor (T_1).
- Tensión debido al peso de los cangilones vacíos y el peso de la correa en una hilera (T_2).
- Tensión inicial (T_3)

Entonces podemos plantear las siguientes ecuaciones:

$$T_1 = \frac{33000}{s} \cdot HP \quad \text{Ecuación 12.}$$

$$HP = \frac{Q(H + H_0)}{990} \quad \text{Ecuación 13.}$$

$$T_2 = B \cdot H + \frac{12 \cdot b \cdot H}{p} \quad \text{Ecuación 14.}$$

$$T_3 = T_1 \cdot K \quad \text{Ecuación 15.}$$

$$T_{\max} = T_1 + T_2 + T_3 \quad \text{Ecuación 16.}$$

Donde:

S Velocidad del elevador en pies/min

Q Capacidad del elevador en Ton/Hora

H Altura del elevador en pies

H₀ Factor de corrección de longitud dado por el fabricante

B Peso de la correa en lb/pie

b Peso de cada cangilon en lb

p Distancia entre los centroides de los cangilones

K Factor de seguridad dependiendo del tipo de polea

El número de lonas correcto para resistir esta tensión es calculado de acuerdo a las siguientes formulas:

$$\frac{T_{\max}}{W \cdot 27} = \text{Numero de lonas para banda fina de algodón (28 onzas).}$$

$$\frac{T_{\max}}{W \cdot 30} = \text{Numero de lonas para banda de 32 onzas.}$$

$$\frac{T_{\max}}{W \cdot 33} = \text{Numero de lonas para banda 35 onzas.}$$

$$\frac{T_{\max}}{W \cdot 41} = \text{Numero de lonas para banda de 42 onzas.}$$

W es el ancho de la correa y normalmente es de 2 4 pulgadas mas ancho que los cangilones del elevador.

La potencia del motor puede ser calculada mediante el uso de las siguientes ecuaciones:

$$HP = \frac{H \cdot Q}{500} \quad \text{Ecuación 17.}$$

$$HP = \frac{H \cdot Q}{550} \quad \text{Ecuación 18.}$$

La ecuación 17 se utiliza para elevadores de cangilones espaciados y la 18 para continuos.

Algunas recomendaciones prácticas para la implementación de este sistema de transporte son las siguientes:

- La altura máxima recomendada es de 100 pies, sin embargo pueden alcanzar una altura de 300 pies; por encima de esta altura se presentan problemas de tensión en la correa.
- Se utiliza chorros de vapor dirigidos al cangilon, para una limpieza periódico del mismo.
- Se recomienda adaptar un mecanismo que prevenga que los cangilones se regresen a causa de la interrupción del fluido eléctrico.
- Las correas del elevador deben tener una capa protectora de caucho en ambos lados. La capa más delgada debe ir de lado de los cangilones y la más gruesa en contacto con la polea.
- Cuando se trabaja con alimentos los materiales deben ser seleccionados cuidadosamente para no contaminarlos.
- En ciertos casos los elevadores deben ser contruidos con el eje secundario fijo y el eje principal ajustable.

3.3. TRANSPORTADOR DE TORNILLO SIN FIN

Este tipo de transporte es un desarrollo de los tornillos empleados en la antigüedad para transportar y elevar agua, cuyo origen se atribuye a Arquímedes.

Actualmente es uno de los mecanismos de transporte de productos a granel mas utilizados. Apropiado para el transporte de toda clase de granos. Además tiene un uso amplio para materiales pulverizados o granulados, no corrosivos ni abrasivos. Alcanza a manejar materiales en terrones, sino son muy grandes en relación con el diámetro de la hélice.

Las características que nos puede ofrecer este sistema de transporte son las siguientes:

- Suelen costar bastante menos que cualquier otro tipo de transportador.
- Pueden instalarse en trayectorias inclinadas.
- Se pueden disponer fácilmente en montajes en serie, para lograr grandes distancias o en paralelos para grandes capacidades.
- Se pueden hacer herméticos al polvo, con la adición de una lámina a modo de tapa.
- Son de construcción sencilla y poca altura.
- Ofrecen comodidad para extracción de material en espacio reducido.
- Costo bajo en instalación y mantenimiento.
- El rozamiento intrínseco al transporte de material aumenta considerablemente el consumo de potencia.
- Produce una especie de molido en diversas materiales.

3.3.1. Descripción de los componentes del tornillo

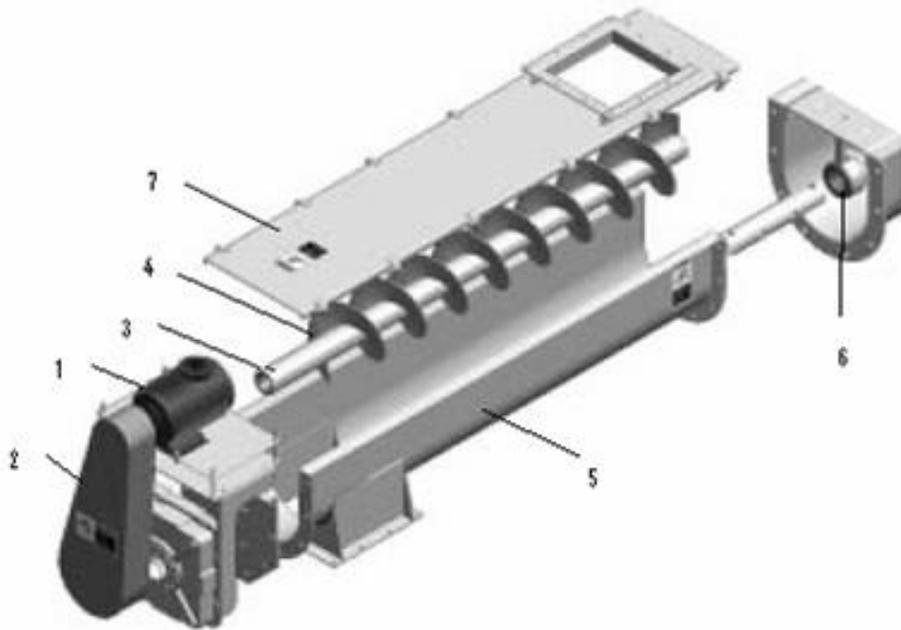
Los componentes de este sistema de transporte son los siguientes:

- Tornillo transportador
- Canales o guías tubulares del material
- Entradas y descargas
- Ejes
- Soportes con rodamientos

El tornillo consta de un helicoide construido en lámina de acero, soldada sobre el eje, el cual puede ser macizo o tubular, dependiendo de las dimensiones. Este helicoide se aloja en un tubo redondo o en una caja construida de lámina de acero con ángulo de refuerzo en los bordes, cuya parte inferior tiene forma de U. La disposición general de este sistema de transporte se puede apreciar en la figura 25.

El eje de la rosca es excéntrico respecto a la caja, de manera que el espacio libre entre la rosca y el fondo de la caja aumenta en forma de cuña en el sentido de la rotación, lo cual tiene la ventaja de que el material y la rosca sufren menos y se evita el atascamiento del material, con un consumo menor de energía. La separación entre los soportes del eje de la rosca suelen ser de 2.5 a 3.5 m.

Figura 25. Transportador de tornillo sin fin



MARTIN Catalogo Sección H.

1- Motor

2- Transmisión

3- Eje

4- Hélice

5- Caja

6- Soporte eje

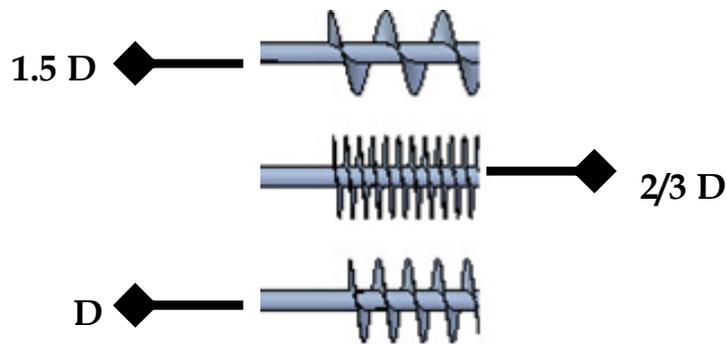
7- Tapa

El sistema motriz utilizado para accionar este sistema consta de un motoreductor colocado en un extremo, estando montado generalmente coaxial con el tubo. La posición que toma el tornillo puede ser horizontal o inclinada, pudiendo alcanzar inclinaciones hasta de 45 grados.

Existen dos tipos de tornillos, uno son los helicoidales y los otros son los seccionales. Los seccionales se diferencian porque el espesor de hélice es igual a lo largo de la superficie de la misma. Por esta razón este tipo de transporte tiene hélices más resistentes ya que poseen igual dureza a lo largo de toda su superficie.

La separación estándar de alabe sencillo es considerada cuando el diámetro de los alabes es igual a su separación. Con esta configuración el tornillo puede ser empleado para transportar toda clase de material y en cualquier posición. Cuando la separación entre alabes se reduce a $2/3$ del diámetro se utilizan en posiciones verticales o inclinadas, a esta configuración se le conoce como separación corta de albes sencillos. Cuando se necesita mover el material rápidamente se utiliza una separación larga, donde la separación es igual 1.5 del diámetro. En la figura 26. se pueden observar estas configuraciones.

Figura 26. Separación en transportadores de tornillo sin fin

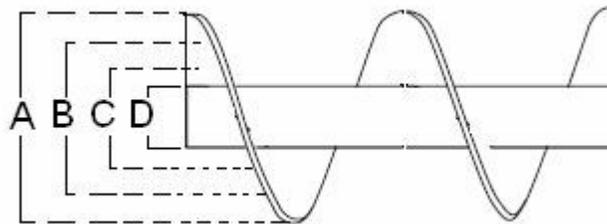


MARTIN Catalogo Sección H.

3.3.2. Principio de funcionamiento

Según las observaciones realizadas por los constructores de estos equipos, y analizando el funcionamiento de los transportadores sinfín y suponiendo el tornillo dividido en diferentes zonas cilíndricas, cuyos diámetros han sido designados en la figura 26 por las letras A, B, C, y D, en la inclinación de la rosca en la zona cilíndrica comprendida entre B y A es la mas conveniente para transportar el producto, el transporte se efectúa mal en la zona comprendida entre los diámetros C y B debido a la excesiva inclinación de la rosca y, además la rosca se alarga tanto en la zona próxima al eje, que en la zona comprendida entre los diámetros C y D la traslación del material no puede realizarse, ya que el material se amontona contra el eje.

Figura 27. Zonas de transporte de la hélice.



MARTIN Catalogo Sección H.

3.3.3. Consideraciones de diseño

En el proceso de diseño o selección de un tornillo transportador hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Tipo y condiciones del material que ha de ser transportado, incluyendo, máximo tamaño del grano, densidad a granel y otros aspectos de importancia.
- Cantidad de material ha ser transportado.
- Distancia a la que el material va ser transportado.
- Selección de los componentes adecuados.
- Calculo de la potencia requerida.
- Revisión de la capacidad de resistencia al torque de los componentes seleccionados.

Las tablas que nos suministran los fabricantes nos dan información sobre los materiales que pueden ser transportados eficazmente, además nos determinaran el máximo tamaño de la partícula a transportar que afecta directamente e tamaño del tornillo y la potencia requerida para el funcionamiento del sistema.

Las tablas también nos brinda información sobre el peso promedio del material por pie cúbico, este dato se utiliza para determinar la capacidad de transporte en toneladas por hora. Se encuentra el porcentaje de carga en el transportador e incluyen información sobre el código del material.

Ya que un transportador sinfín puede trabajar inclinado, es importante saber que su capacidad se ve afectada dependiendo dicha inclinación; así lo muestra la tabla 17.

Tabla 17. Capacidad Vs. Inclinación.

Inclinación, grados	10	15	20	25	30	35
% Reducción capacidad	10	26	45	58	70	78

MARTIN Catalogo Sección H.

Tabla 18. Capacidad, velocidad, diámetro y % llenado.

Grupo Material	% llenado	Densidad máx. Material, lb/pie ³ (Kg/m ³)	RPM Máx. Para Diámetro de:	
			6 Pulg.	20 pulg.
1	45	50 (800)	170	110
2	38	50 (800)	120	75
3	31	75 (1200)	90	60
4	25	100 (1600)	70	50
5	12.5		30	25

MARTIN Catalogo Sección H.

Los materiales se agrupan de la siguiente manera:

Grupo 1: Materiales ligeros: cebada, frijol, granos secos, harina, trigo, arroz, cebada, avena.

Grupo 2: Materiales finos y granulados: alumbre pulverizada, cisco carbón, granos de café, aserrín, ceniza volátil.

Grupo 3: Materiales de terrones peq. Mezclados con finos: alumbre, ceniza seca, granos húmedos, sal.

Grupo 4: Materiales semiabrasivos, finos, granulares y terrones peq: bauxita, cemento, arcilla, caliza cribada, azúcar, azufre.

Grupo 5: Materiales abrasivos en terrones: ceniza húmeda, hollín, cuarzo, arenas, lodos.

Tabla 19. Capacidades del Transportador de rosca (Pie3/hora)

Grupo l	Diámetro de la Rosca, pulg.							
	6	9	10	12	14	18	20	
1	350	1100	1600	2500	4000	5500	7600	10000
2	220	700	950	1600	2400	3400	4500	6000
3	150	460	620	1100	1600	2200	3200	4000
4	90	300	400	650	1000	1500	2000	2600
5	20	68	90	160	240	350	500	650

MARTIN Catalogo Sección H.

Tabla 20. Capacidades del Transportador Tornillo para Arroz y Maiz

Diámetro	RPM Máx.	m ³ /hora	Arroz 580 Kg/ m ³	Maíz 720 Kg/ m ³
6"	165	10.5	6 Ton/hora	7 Ton/hora
9"	150	33.6	19 Ton/hora	24 Ton/hora
10"	150	47.6	27 Ton/hora	34 Ton/hora
12"	140	75.6	43 Ton/hora	54 Ton/hora
14"	130	112.0	64 Ton/hora	80 Ton/hora
16"	120	156.0	90 Ton/hora	112 Ton/hora

MARTIN Catalogo Sección H.

El eje

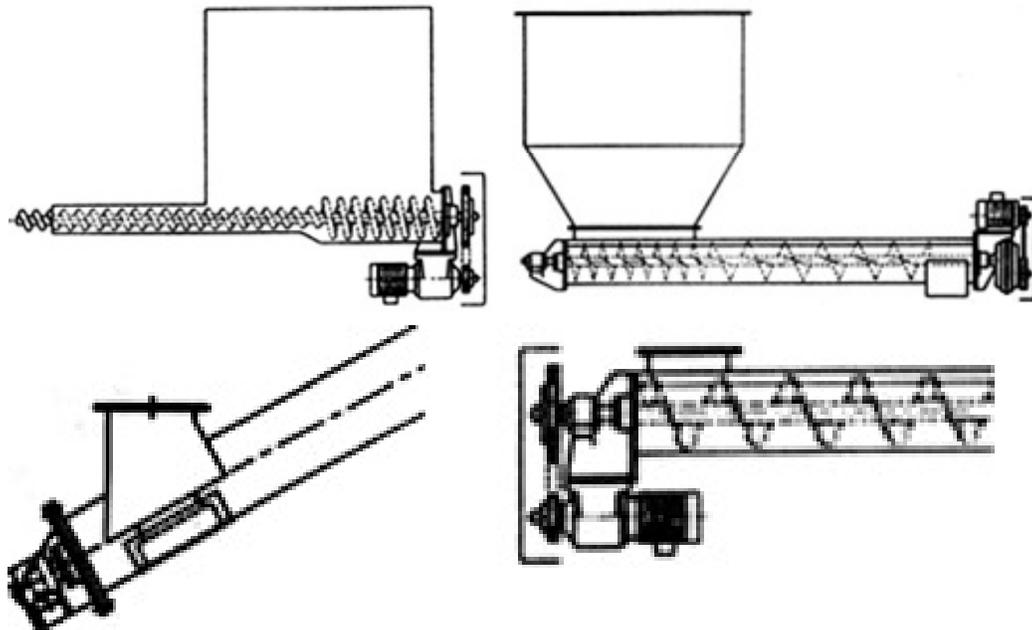
El eje debe estar diseñado para ser capaz de transmitir la potencia requerida, incluyendo las sobrecargas. Cuando aparecen cargas radiales es necesario utilizar rodamientos en partes intermedias.

Carga y descarga del tornillo

Desde que un transportador es diseñado para operar a un determinado nivel de capacidad es extremadamente importante tener precauciones en el método y control de entrada de la carga. Una sobrecarga en el transportador causaría desgaste innecesario en los componentes, y además podría dañar el sistema motriz. Hay dos métodos fundamentales de carga:

- Por medio de un dispositivo mecánico, llamado alimentador.
- Directamente de el almacenamiento estático.

Figura 28. Carga del material al tornillo



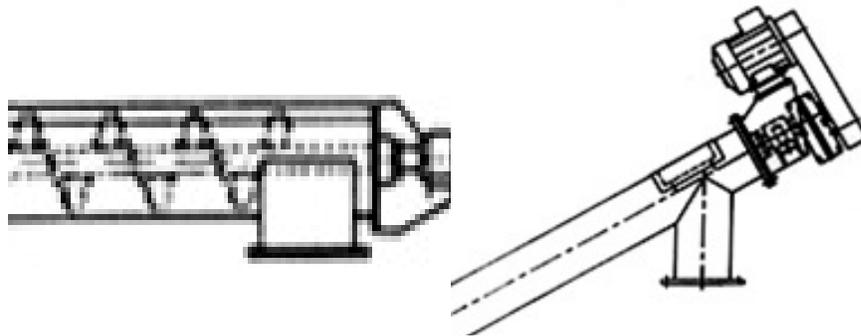
Cuando el transportador de tornillo se carga directamente de un almacenamiento estático sin regulación de flujo, el peligro de sobrecarga se incrementa violentamente.

En muchas ocasiones se presenta una carga con múltiples entradas, en este caso el grado de apertura de estas debe estar regulado de tal manera que la suma de los flujos no sobrepasen el valor de la carga de diseño.

Los más usuales son los controladores automáticos de carga, los usuales regulan la entrada del material de una manera eficiente, manteniendo una rata de flujo constante. Gracias a estos dispositivos el proceso se vuelve mas flexible a los cambios.

La descarga del material la podemos observar en la figura 29. esta se encuentra al final del transportador y el material cae directamente a través de ella. Se distingue la descarga de salida plana que se caracteriza por no tener ningún control sobre la descarga, usualmente se encuentra en sistemas que no necesitan de paradas.

Figura 29. Descarga tipo estándar



Otro tipo es la descarga de tope de fondo abierto que es usado frecuentemente para la distribución del material en almacenaje. La omisión del fondo se puede adquirir en el largo deseado. Como el material tiene una forma de asentamiento natural (ángulo de reposo natural) , lo cual hace que el material se desplace a las áreas no llenas.

Calculo de la potencia requerida en el eje del transportador

La potencia total se calcula mediante el uso de las siguientes ecuaciones:

$$fHp = \frac{DF \cdot HBF \cdot L \cdot S}{1.000.000} \quad \text{Ecuación 19.}$$

$$MHp = \frac{CFH \cdot W \cdot MF \cdot L}{1.000.000} \quad \text{Ecuación 20.}$$

$$Hp = fHp + MHp \quad \text{Ecuación 21.}$$

Donde

fHp Potencia de fricción

DF Factor de diámetro (Dato suministrado de Tablas)

HBF Factor de soporte (Dato suministrado de Tablas)

L Longitud del transportador en pies

S Velocidad del transportador

MHp Potencia de arrastre del material

CFH Capacidad en pies cúbicos por hora

MF Factor de potencia del material

W peso en libras del material por pie cúbico

3.4. TRANSPORTADOR DE ZARANDA

Este sistema de transporte es utilizado para mover materiales abrasivos, en sistemas para espaciar materiales aglomerados y como clasificadores. No es utilizado cuando las distancias a recorrer son grandes.

Están constituidos por canales en lamina, sostenidos por muelles o por rodillos accionados mediante un apropiado movimiento de vaivén, que obliga al material a recorrer determinado espacio, en parte debido a variaciones en la aceleración y en parte a causa del menor coeficiente de rozamiento del material que arrastra, comparado con el coeficiente de rozamiento estático.

Figura 30. Transportador de zaranda

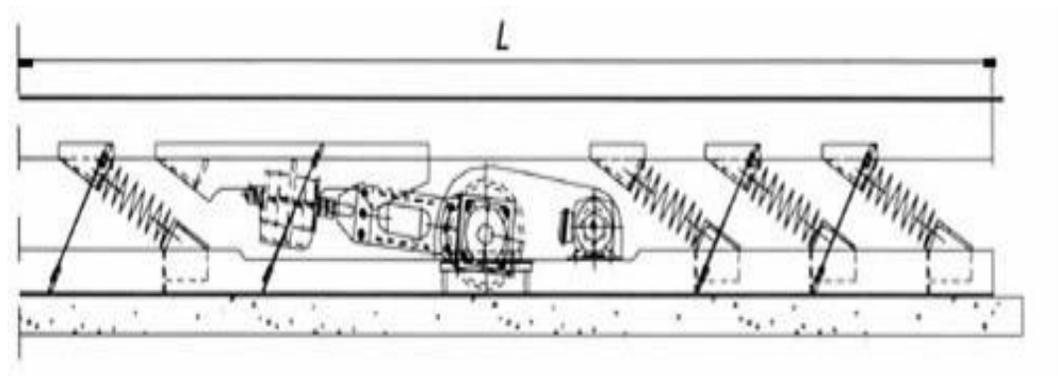


<http://www.mavi.com.br/brasil/revitran/apresent.html>

3.4.1. Descripción de los componentes del transporte vibratorio

Los componentes principales de un transportador vibratorio son los siguientes y se muestran en la figura 31:

Figura 31. Componentes de un transporte vibratorio



www.mavi.com.br/brasil/revitran/funcio.htmlBandeja

- Bandeja transportadora: elemento sobre el cual se desliza el material, tiene forma rectangular. La bandeja en su parte inferior esta dotada de un sistema de anclaje por medio del cual recibe la vibración.
- Flejes: son los elementos elásticos y desempeñan la función de soportar la bandeja y el contrapeso sobre la base principal, además, de producir la fuerza restauradora para el movimiento de retroceso.
- Contrapeso: elemento encargado de contrarrestar las vibraciones generadas por la bandeja transportadora, para evitar que estas se transmitan a los cimientos del vibrador.
- Base: elemento en el cual están apoyados los flejes que sostienen tanto la bandeja como el contrapeso.
- Excéntrica: esta conformado por un eje de acero soportado en sus extremos por dos chumaceras; sobre el eje van montados dos bujes excéntricos los cuales proporcionan los cuales proporcionan el movimiento a las bielas por medio de dos rodamientos radiales de bolas. Esta se puede considerar como el elemento principal del transportador.
- Bielas: son las encargadas de transmitir el movimiento de la excentricidad a la bandeja y el contrapeso. Ambas están dispuestas en un mismo sentido, pero actúan en direcciones opuestas para permitir que se contrarresten las vibraciones entre bandeja y contrapeso.
- Sistema de accionamiento: constituido por un motor trifásico de 2 HP, 900 RPM y 220 voltios. La transmisión entre el motor y el eje de excentricidad

se realiza por medio de una correa de sección trapezoidal y dos poleas de aluminio con una relación de transmisión de 1:2.

3.4.2. Clasificación del transportador vibratorio.

La clasificación de los sistemas vibratorios se puede tratar teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Según la forma de contacto entre el material y el canal
- Según el origen de las vibraciones
- Según la función que cumple el dispositivo

De acuerdo a la forma según la cual el material entra en contacto con el canal, los sistemas vibratorios pueden clasificarse en dos tipos:

- De presión adherente constante: el movimiento de la bandeja es paralelo al plano inicial de la misma.
- De presión adherente variable: estos sistemas realizan el movimiento de la bandeja con un ángulo de 15 a 30 grados en relación al plano inicial del mismo. Las oscilaciones son simétricas en su acción y su frecuencia mucho mayores que las anteriores.

En general la transferencia del movimiento vibratorio producido por el generador al material, se verifica por la adherencia del material a la canaleta, la cual esta solidariamente unida al generador de vibraciones.

De acuerdo al método utilizado para generar la vibración, los sistemas vibrantes se dividen así:

- Vibraciones eléctricas
- Motores desequilibrados
- Por dispositivos biela manivela
- Por vibraciones causadas por medios neumáticos

De acuerdo a su función los sistemas vibrantes los podemos clasificar en:

- Alimentadores (dosificadores)
- Transportadores

3.4.3. Diseño de un transportador vibratorio

En el diseño de este tipo de transportador se tendrán en cuenta factores como lo son los coeficientes de rozamiento, fuerzas vivas, variaciones de la aceleración tanto de avance como de frenado, peso del material y otros que se describirán en los modelos matemáticos a utilizar.

Para evitar deslizamiento del material cuando el canal se mueve horizontalmente hacia delante, es necesario que la fuerza resultante debida al peso del material sea inferior a la fuerza de adherencia, por tanto obtendremos:

$$F \leq F_{ad} \quad \text{Ecuación 22.}$$

$$\frac{G}{g} \cdot a_{av} \leq \mu_f \cdot G \quad \text{Ecuación 23.}$$

$$a_{av} \leq \mu_f \cdot g \quad \text{Ecuación 24.}$$

Donde:

a_{av} Aceleración del material de peso G

G Peso del materia

g Aceleración dela gravedad

μ_f Coeficiente de rozamiento entre el material y el canal detenido

Cuando el movimiento se realiza a través de un plano inclinado, cuya inclinación es α , la aceleración del material será igual a:

$$a_{av} \leq \frac{\mu_f \cdot g}{1 - \text{tg} \alpha \cdot \mu_f} \quad \text{Ecuación 25.}$$

Cuando al final del recorrido de ida el canal se frena provocando una desaceleración d_f , para que el material pueda despegarse del canal y arrastrarse hacia delante, es necesario que la desaceleración sea:

$$d_f \geq \frac{\mu_f \cdot g}{1 - \text{tg} \alpha \cdot \mu_f} \quad \text{Ecuación 26.}$$

La velocidad máxima alcanzada por el canal y el material unidos esta determinada por:

$$V_{\text{max} \cdot av} = \sqrt{2 \cdot s \cdot a_{av}} \quad \text{Ecuación 27.}$$

El tiempo total del ciclo viene determinado por el tiempo necesario para anular la velocidad del material que se arrastra y el tiempo disponible para el frenado y la carrera de retorno del canal, entonces:

$$T = \frac{V_{\max \cdot av}}{a_{av}} + \frac{V_{\max \cdot av}}{d_m} \quad \text{Ecuación 28.}$$

Se puede definir la carrera completa para una partícula durante un tiempo T y velocidad media del material mediante las siguientes ecuaciones:

$$S_{mat} = \frac{1}{2} (V_{\max \cdot av})^2 \cdot \left(\frac{1}{a_{av}} + \frac{1}{d_f} + \frac{1}{d_m} \right) - s \quad \text{Ecuación 29.}$$

$$V_m = 0.8 \cdot \frac{S_{mat}}{T} \quad \text{Ecuación 30.}$$

El volumen y la capacidad de transporte se rigen por las siguientes ecuaciones:

$$V = 3600 \frac{S_{mat}}{T} \cdot A \left[\frac{m^3}{hora} \right] \quad \text{Ecuación 31.}$$

$$Q = 3600 \frac{\gamma \cdot S_{mat}}{T} \cdot A \left[\frac{Ton}{hora} \right] \quad \text{Ecuación 32.}$$

3.5. SISTEMA DE EMBRAGUE-FRENO ELECTROMAGNETICO

El sistema de frenos generalmente funciona mediante la fricción generada entre una superficie móvil y una superficie fija, generando una fuerza de rozamiento capaz de producir el toque necesario para detener la superficie en movimiento.

El sistema de embrague es un mecanismo que permite aislar o hacer solidario a voluntad, la conexión de un conjunto motriz a un árbol receptor que recibe el movimiento y es el encargado de transmitir la potencia solicitada para la realización del trabajo.

La función del conjunto embrague / freno es muy utilizada en la industria gracias a las ventajas que nos puede brindar este sistema. Por ejemplo, este dispositivo es utilizado en los procesos que necesitan arranques frecuentes y paradas bruscas, ayudando a incrementar las tasas de producción y reduciendo los esfuerzos en los motores, en los ejes y demás componentes mecánicos que conforman las maquinas. Como resultado de lo anterior se obtendrá una mayor vida útil de la maquina y una eficiencia de operación mayor, contribuyendo al mejoramiento global de a producción.

El accionamiento de este dispositivo se puede realizar de diferentes formas, eléctrica, hidráulica, mecánica o neumáticamente. El sistema con que se cuenta es accionado eléctricamente y nos brinda las ventajas de controlar de una manera sencilla este dispositivo. También es importante resaltar que este sistema se puede adaptar fácilmente y se puede insertar en secuencias automáticas.

3.5.1. Embragues

Los embragues se clasifican según el sistema de arrastre que utilizan, existiendo dos grandes grupos:

- Embragues de arrastre instantáneo
- Embragues de arrastre progresivo

Los primeros son aquellos, que si bien se pueden desconectar en marcha, su conexión solo es posible en reposo o cuando las velocidades sean muy bajas. El otro grupo comprende los sistemas que actúan mediante la fricción. Este tipo de embrague puede conectarse y desconectarse indiferentemente en marcha o en reposo. Los embragues de arrastre positivo se dividen en dos grupos principales:

- Embragues axiales
- Embragues radiales

Alguna de las consideraciones más importantes en un sistema de embrague son las siguientes:

- Capacidad de torque a vencer.
- Condiciones de operación.
- Materiales de fricción.
- Sistema de conexión.

a. Embragues de arrastre instantáneo

Este tipo de embragues nos permite obtener un funcionamiento sincrónico. Además dependiendo del tipo de dientes (frontales rectos, inclinados) que utilicemos podemos obtener un torque bidireccional o en solo una dirección.

Figura 32. Embrague de dientes frontales rectos



<http://www.telcomec.it/prodotti/index.html>

Figura 33. Embrague de dientes inclinados



<http://www.telcomec.it/prodotti/index.html>

Estos embragues no son apropiados para operar cuando los ejes están rotando con carga, pues se pueden generar esfuerzos excesivos que pueden llevar a romper el eje o el embrague mismo. Además su fabricación es tediosa y un poco complicada especialmente el de dientes inclinados.

Los embragues de arrastre instantáneo no se deslizan, no generan calor, no depende de la fricción por lo tanto no hay problemas de desgaste y no se

pueden embragar a altas velocidades porque esto puede generar una serie de choques perjudicando la vida útil del sistema.

b. Embragues Axiales

Un embrague axial se caracteriza porque los miembros de acoplamiento a fricción se mueven en dirección paralela al eje. Este tipo de embrague se reconoce por las siguientes características:

- La presión actúa en dirección axial al eje.
- La acción del embragado se realiza de una manera suave.
- La fuerza axial requerida es grande.
- No son adecuados para manejar grandes capacidades de torque, excepto el de disco múltiples.
- El espacio que requiere este tipo de embrague es muy reducido.
- Se utilizan donde se requieren altas velocidades y altas frecuencias de embrague.
- No es conveniente adaptar diámetros de discos muy grandes debido a los diferentes problemas que ocasiona.

Figura 34. Embrague de discos



<http://www.telcomec.it/prodotti/index.html>

En los embragues de discos comúnmente las sus superficies tienen forma anular. El torque puede calcularse en base a dos hipótesis:

➤ **Presión uniformemente distribuida.**

Para determinar la fuerza axial necesaria para producir cierto par, solo se tiene que hallar el producto de la presión por el área de contacto.

$$F = \frac{\pi \times P_{\max}}{4} (D^2 - d^2) \quad \text{Ecuación 33.}$$

El par se encuentra integrando el producto de la fuerza de rozamiento por el radio.

$$T = 2\pi \cdot f \cdot p \int_{d/2}^{D/2} r^2 dr = \frac{\pi \cdot f \cdot p}{12} (D^3 - d^3) \text{Ecuación 34.}$$

Como $P_{\max} = p$ y de las ecuaciones 33 y 34 obtenemos la siguiente ecuación:

$$T = \frac{F \cdot f}{3} \left[\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right] \quad \text{Ecuación 35.}$$

Esta ecuación corresponde solo a una pareja de superficies en contacto. Cuando el embrague es de disco múltiples se debe multiplicar este valor por el número de superficies en contacto.

➤ **Desgaste uniforme**

Por medio de esta hipótesis se obtienen resultados más conservativos. Después de haber ocurrido el desgaste inicial y que la superficie de los discos se halla uniformizado, la mayor presión aparecerá en $r = d/2$ para que el desgaste sea uniforme.

$$p = P_{\max} \cdot \frac{d}{2r} \quad \text{Ecuación 36.}$$

Considerando un elemento de área de radio r y espesor dr . El elemento de área es $dA = 2\pi \cdot r \cdot dr$ de modo que la fuerza normal que actúa sobre este elemento es $dF = 2\pi \cdot p \cdot r \cdot dr$. La fuerza normal se puede encontrar de la siguiente manera:

$$F = \int_{d/2}^{D/2} 2\pi \cdot p \cdot r \cdot dr = \frac{\pi \cdot P_{\max} \cdot d}{2} (D - d) \quad \text{Ecuación 37.}$$

El torque se encuentra integrando el producto de la fuerza de rozamiento y el radio.

$$T = \int_{d/2}^{D/2} 2\pi \cdot f \cdot p \cdot r^2 \cdot dr = \frac{\pi \cdot f \cdot P_{\max} \cdot d}{4} (D^2 - d^2) \text{ Ecuación 38.}$$

Sustituyendo el valor de f de las ecuaciones 37 y 38 obtenemos la siguiente expresión para torque

$$T = \frac{F \cdot f}{2} (D + d) \text{ Ecuación 39.}$$

c. Embragues radiales

En un embrague radial la presión actúa en dirección radial al eje. Este tipo de embrague se reconoce por las siguientes características:

- Embragan más energicamente que los axiales.
- La fuerza axial requerida en este tipo de embrague es muy pequeña y en algunos casos es nula como en el caso de los embragues centrífugos.

Los embragues radiales se pueden clasificar en embragues de fricción o de tipo acuñaamiento. En los primeros el arrastre se efectúa por medio de la fuerza de fricción que se genera entre las zapatas o bloques que se desplazan radialmente y la superficie interior de una campana. En la figura 21. Se puede observar un embrague centrífugo. Los embragues de tipo acuñaamiento también se les conoce como “rueda libre” por el hecho que solo

pueden transmitir el par en un solo sentido de giro. El accionamiento de estos embragues se logra mediante varios rodillos cilíndricos o piezas de forma especial como levas.

Figura 35. Embrague centrífugo



<http://www.fuiberica.com/images/FUimage29.jpg>

La capacidad de torque depende de las fuerzas de rozamiento que se generan, y esta a su vez es fusión de las fuerzas normales que se presentan entre zapata y campana y del coeficiente de fricción de las superficies de roce.

Las siguientes ecuaciones son las que rigen a los embragues de zapata:

$$p = P_{\max} \quad \text{Ecuación 40.}$$

$$N = P_{\max} \cdot A \quad \text{Ecuación 41.}$$

Si se realiza una sumatoria de momentos respecto al punto A se puede obtener la siguiente ecuación:

$$F \cdot b - N \cdot b + f \cdot N \cdot a = 0 \quad \text{Ecuación 42.}$$

Para hallar F reemplazamos la ecuación 41 en la ecuación 42 y obtenemos la siguiente formula para la fuerza radial.

$$F = \frac{P_{\max} \cdot A(b - f \cdot a)}{b} \quad \text{Ecuación 43.}$$

3.5.2. Materiales De Fricción

Los materiales de fricción utilizados en estos dispositivos deben tener las siguientes cualidades:

- Alto coeficiente de fricción.
- Alta resistencia al desgaste.
- Capacidad para soportar altas temperaturas.
- Propiedades que no sean afectadas por condiciones ambientales severas.

En la siguiente tabla se muestran los materiales de fricción empleados comúnmente. Al seleccionarse un coeficiente de rozamiento, se debe tener en cuenta un margen de seguridad para el desgaste, suciedad y otras condiciones desfavorables.

Tabla 21. Materiales de fricción para embragues.

Superficies de contacto		Coeficiente de rozamiento		T. Máx.	P. máx.
Activa	Oponente	Mojado	Seco	°C	Kg/c m ²
Bronce fundición...	Fundición o acero	0.05	...	150	5.6-9
Fundición.....	Fundición	0.05	0.15-0.2	315	10-17
Fundición.....	Acero	0.06	...	260	9-14
Acero duro.....	Acero duro	0.05	...	260	7
Acero duro.....	Acero duro, chapado con cromo	0.03	...	260	14
Broce fosforado, estirado en frío	Acero duro, chapado con cromo	0.03	...	260	10
Metal sinterizado ...	Fundición o acero	0.05-0.1	0.1-0.4	540	10
Metal sinterizado ...	Acero duro, chapado con cromo	0.05-0.1	0.1-0.3	540	21
Madera.....	Fundición o acero	0.16	0.2-0.35	150	4-6
Cuero.....	Fundición o acero	0.12-0.15	0.3-0.5	90	0.7-
Corcho.....	Fundición o acero	0.15-0.25	0.3-0.5	90	2.8
	Acero duro,				

Tela de asbesto.....	chapado con	0.1-0.2	0.3-0.6	175-260	
Tela de asbesto.....	chromo				
	Fundición o acero				
	Acero	0.1-0.2	...	260	7-14
Asbesto modelado....	Fundición o acero	0.08-0.12	0.2-0.5	...	8.5
Grafito.....		0.05-0.1	0.25	370-540	21
Plásticos fenolicos moldeados		0.1-0.15	0.25	150	7

Diseño y construcción de un freno embrague electromagnético Tesis de Grado

3.5.3. Energía Cinética En Los Embragues Y Frenos

Cuando los elementos giratorios de una maquina quieren ser detenidos o cuando un elemento se quiere llevar desde el reposo a una velocidad determinada, siempre aparecerá calor que es una forma de demostrar la existencia de la energía cinética.

Los factores que pueden limitar el uso de los embragues son las características de los materiales utilizados y la capacidad de disipación de los dispositivos de este.

La ley de Newton del movimiento angular establece que el par necesario para acelerar una masa giratoria es:

$$T = J \cdot \alpha \quad \text{Ecuación 44.}$$

La aceleración angular esta definida por la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{2\pi \cdot n \text{ rad}}{60 \cdot t \text{ seg}^2} \quad \text{Ecuación 45.}$$

La energía requerida para una sola operación de frenado o embragado es:

$$E_{\kappa} = \frac{2\pi \cdot T \cdot n \cdot t}{120} \text{ Kg} - \text{cm} \quad \text{Ecuación 46.}$$

Por tanto el calor generado en calorías durante la operación es:

$$H = \frac{E_{\kappa}}{0.427} \text{ Kg} - \text{m} \quad \text{Ecuación 47.}$$

3.5.4. Funcionamiento Del Sistema Embrague Freno Electromagnético

El funcionamiento del embrague se puede observar en la figura 36. Como se puede observar este consta de una carcaza que contiene en su interior un solenoide que es el encargado de crear el campo magnético para el accionamiento del embrague. El campo magnético es capturado por la carcaza y es transmitido a la pista de embrague a través del aire. La pista de embrague esta formada por dos piezas metálicas separadas radialmente entre

sí por fibra de vidrio (material dieléctrico). El motor entrega el torque a través del eje 1, como se observar en la figura 22. El eje 1 lleva en su extremo la pista de embragado, que se acopla al disco 1 por fricción, el cual tiene unos espigos que transmiten el torque al eje 2, que es el encargado de transmitir el movimiento.

Para realizar el frenado es necesario apagar el electroimán del embrague para que desaparezca la fuerza electromagnética que atraía a la pista de embragado y al disco 1. En ese instante el torque del motor queda aislado de la carga. Simultáneamente a esto se enciende otro electroimán como se muestra en la figura 37, este es el encargado de generar la fuerza de atracción entre el disco 2 y la pista de frenado. Esta pista de frenado no gira y en el momento en que se acopla al disco 2 crea una fuerza de fricción que convertido en torque, es transmitido a eje 2 para absorber el momento de inercia de la carga e inmovilizarla.

Los electroimanes utilizados en ambos casos (embrague y frenado) están constituidos por una bobina, al momento de circular la corriente eléctrica a través de ella se genera el campo magnético necesario para el accionamiento de ambos sistemas.

Figura 36. Funcionamiento del embrague

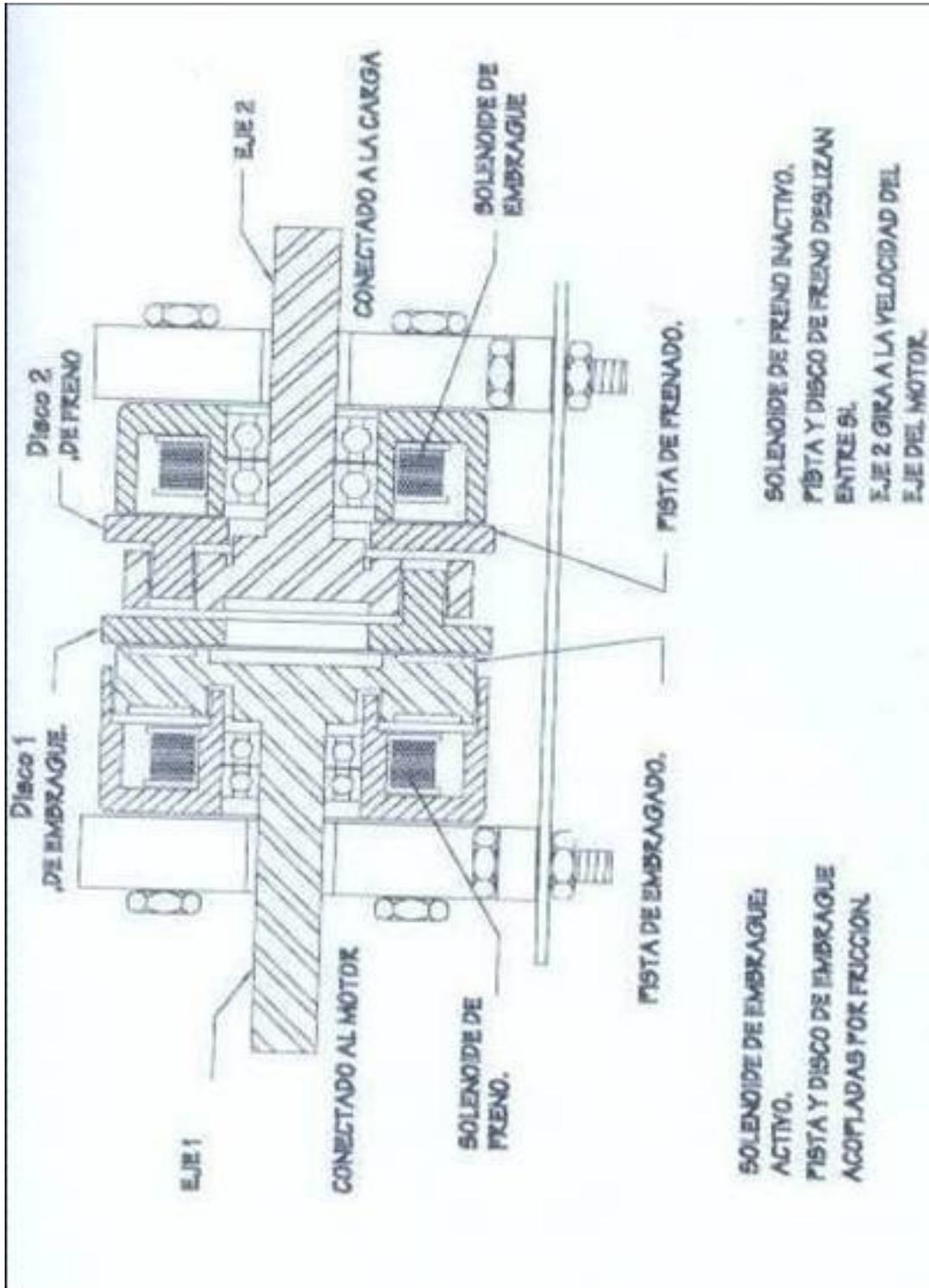
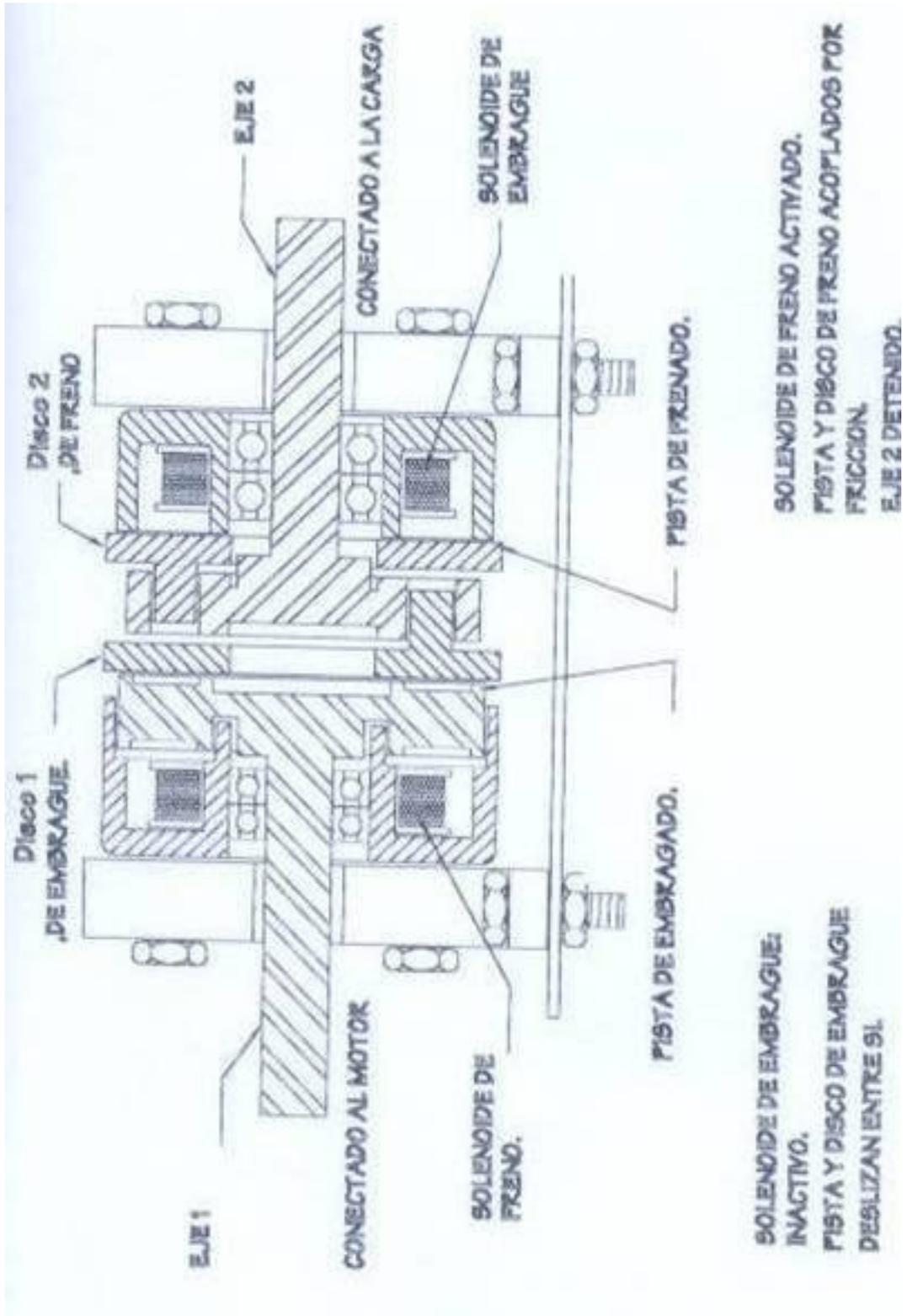


Figura 37. Funcionamiento como freno.



3.6. SISTEMA DE FRENOS DE ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO

Este banco de frenos de accionamiento hidráulico fue un proyecto de grado que tuvo como objetivo ilustrar de forma real el funcionamiento de los frenos de servicio y parqueo de un automóvil. En este capítulo describiremos los elementos que lo componen y su funcionamiento.

El banco consta de una unidad de freno de disco y otra de freno de tambor que interactúa con los elementos del sistema hidráulico que describiremos más adelante. También encontramos un sistema de frenos de estacionamiento. Para poder medir las presiones de frenado y el vacío que en este caso simula la succión, implementaron un sistema de medición de presión compuesto por dos manómetros y un vacuómetro. Por último adecuaron un sistema eléctrico conformado por la luz indicadora del freno de parada, indicador de caída de presión y de desgaste de la pastilla de freno. Todos los elementos que utilizaron son los mismos que componen este sistema en el Renault 9.

3.6.1. Elemento del banco de frenos de accionamiento hidráulico

Los siguientes fueron los elementos utilizados para el montaje del banco de frenos de accionamiento hidráulico:

- **Freno de disco.** Este elemento está constituido por un rotor de acero colado tipo no ventilado, y una mordaza tipo flotante de un solo pistón. El

rotor esta montado sobre un eje estriado el cual comunica con el motorreductor. El rotor y la mordaza se soportan sobre la mangueta y portamangueta, y por medio de estas se fijan al tablero del banco.

- **Tambor de freno.** El tambor utilizado es de zapata conductora / arrastrada de expansión interna. Está constituido por el plato trasero, zapatas conductora y conducida, cilindro de ruedas, leva de freno de mano y autoreglaje, resortes, guardapolvos y tornillos. Para fijar este elemento al tablero perforaron el plato trasero.
- **Freno de mano.** Es un sistema de freno mecánico constituido por una palanca con trinquete que hala una guaya, la cual expande las zapatas del tambor de freno.
- **Cilindro maestro o bamba de freno.** Es un cuerpo de hierro colado con un depósito para el líquido de freno. La fuerza que se aplica en el pedal de freno, se convierte en presión hidráulica. El cilindro maestro es dual, uno se utiliza para el freno de disco y el otro para el tambor de freno. Este elemento esta constituido por un pistón primario, pistón secundario, resortes retractores, tornillo de purga, indicador de caída de presión y chupas.
- **Cilindro de rueda.** El cilindro de rueda consta de dos pistones de acero, gomas o sellos para evitar las fugas por las paredes del cilindro, resortes y guardapolvos. Este elemento convierte la presión hidráulica en fuerza que empuja las zapatas de freno contra el tambor o contra el disco.

- **Booster.** Es la unidad conectada al freno de accionamiento hidráulico la cual disminuye el esfuerzo físico para frenar, incrementando el valor de la presión que suministra el cilindro maestro en el momento de frenado. Este elemento utiliza el vacío que produce la bomba de paletas.

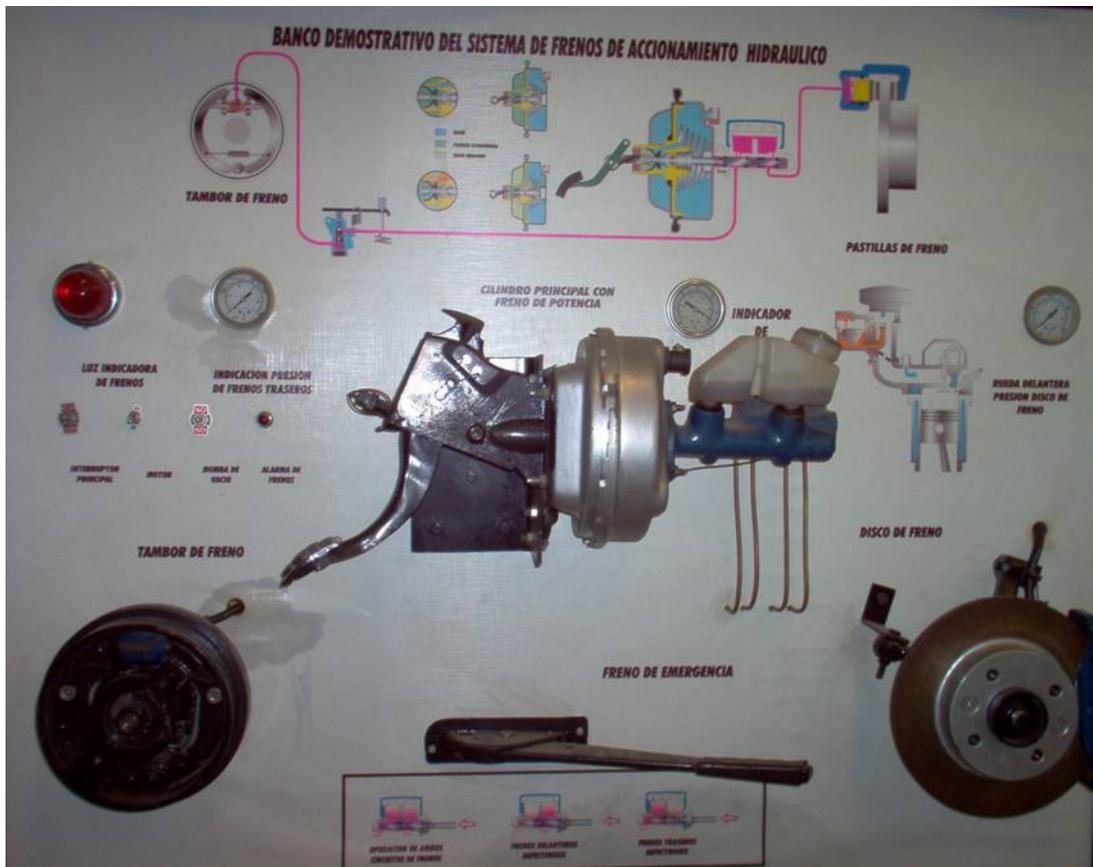
- **Válvula limitadora de presión.** Es empleada para mejorar la distribución de la fuerza de frenado entre el freno de disco y el freno del tambor. Esta válvula es la encargada de reducir la presión que se aplica al cilindro de rueda del tambor en relación con la que se aplica al cilindro de la mordaza de freno de disco.

- **Bomba de vacío.** Proporciona el vacío que un vehículo suministra en el múltiple de admisión necesario para el funcionamiento del servo. Las características de este elemento son las siguientes:
 - a. Bomba de vacío de paletas
 - b. Potencia de $\frac{1}{4}$ de HP
 - c. 1750 RPM
 - d. Caudal de 16 m³/h
 - e. Presión de 0.6 bar. para funcionamiento permanente.
 - f. Construcción compacta
 - g. Lubricación por gravedad
 - h. Conexión a 110 Voltios

- **Motoreductor.** Es el encargado de darle movimiento al disco y al tambor de freno. Las características generales de el motoreductor son las siguientes:

- a. Potencia de 1/18 HP
- b. 67 RPM en el eje de salida
- c. Conexión a 110 Voltios.

Figura 38. Banco de freno hidráulico



3.6.2. Funcionamiento del banco

Cuando se enciende el banco para ponerlo en funcionamiento y se presiona el pedal del freno, este produce un aumento de fuerza por medio del booster, el cual comunica con el cilindro maestro, al tiempo que en el tablero se puede visualizar una luz que indica que el freno esta en funcionamiento, tal como sucede en todos los vehículos.

En el cilindro maestro la fuerza se convierte en presión hidráulica empujando el líquido de freno a través de las tuberías y mangueras hasta el cilindro de rueda y el cilindro de mordaza. El líquido de freno entra en cada uno de los cilindros entre pistones opuestos haciendo que estos muevan las zapatas de freno hacia fuera contra el tambor y disco de freno. Conforme aumenta la fuerza en el pedal, se acumula mayor presión hidráulica dentro de los cilindros de rueda y en consecuencia, se ejerce una fuerza mayor contra los extremos de las zapatas.

Por medio de los manómetros podemos medir los diferentes valores de presión con los cuales el fluido de freno llega al disco y tambor.

Cuando la fuerza que se ejerce sobre el pedal se elimina, los resortes de retorno que disponen las zapatas y el sello del cilindro de la mordaza hacen regresar los pistones de los cilindros de rueda a su posición de alivio, empujando el líquido de freno a través de las mangueras y tuberías de vuelta al cilindro maestro.

3.6.3. Selección del sistema de transmisión del banco de freno hidráulico

Para poder transmitir el movimiento al freno de disco y al tambor emplearon un sistema de transmisión de correas y poleas.

Emplearon correa de sección redonda y material Ureflex porque les brindaban las siguientes ventajas:

- La correa puede patinar fácilmente cuando se esta frenando el disco.
- El motoreductor puede seguir girando sin mayor esfuerzo cuando se aplican los frenos, ya que este tipo de correa permite una mayor deformación.
- Se puede transmitir una potencia pequeña.
- Se puede emplear para una relación de velocidad baja.

4. REACONDICIONAMIENTO DEL LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS

Partiendo de lo expuesto en los capítulos anteriores, los bancos deben repararse y ponerse en condiciones óptimas para su operación. Además se debe tener en cuenta la disponibilidad de las instalaciones y las redes de suministro de energía para el funcionamiento de los equipos. En este capítulo se expondrá el trabajo realizado para adecuar los equipos a una condición de operación eficiente.

4.1. ADECUACION DEL AREA DESTINADA

El laboratorio de diseño de maquinas cuenta con un área total de 44 m² pero para la disposición de los bancos solo se cuenta con una parte de ella, ya que en estos momentos se encuentran ubicados en esta zona otros equipos no pertenecientes al laboratorio. Esto se debe a la reestructuración que se esta realizando de los laboratorios y talleres de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

El primer paso a realizar era el desalojo de toda el área del laboratorio, pero se presentaron dificultades debido a la reestructuración que se llevaba a cabo, por tal motivo se hizo la reubicación de todos los elementos ajenos al laboratorio en un espacio ubicado a su entrada, para que al momento de su desalojo no intervengan con la distribución de planta de los bancos de diseño de maquinas.

Con la distribución de planta se busca un máximo de ventajas para los estudiantes y un mínimo de inconvenientes para los mismos. Es importante que la localización de los equipos permita crear centros de trabajos alrededor de los mismos y que al momento de su operación garanticen seguridad, satisfacción y comodidad a los estudiantes. Todo esto enfocado a disminuir el índice de accidentes y lograr un mejor ambiente en el laboratorio.

Con una distribución de planta adecuada se pretende alcanzar las siguientes metas:

- Disminución de la congestión.
- Disminución de riesgos.
- Aumento de la seguridad de los practicantes.
- Mejora de la supervisión y del control.
- Mejor utilización de los equipos.

La distribución realizada se puede observar detalladamente en el anexo D y en el anexo B las recomendaciones de seguridad.

⁶Debido a que en la reestructuración de las instalaciones no se ha definido si este va hacer el espacio asignado para el laboratorio de diseño de maquinas, la adecuación de las instalaciones eléctricas se realizó de una manera provisional.

Esta instalación se realizó por medio de una extensión trifásica con cable calibre doce encauchetado. Este cable fue seleccionado debido al amperaje máximo consumido por los equipos.

⁶ Conversación con el director de la escuela de Ingeniería Mecánica el 7 diciembre de 2005.

4.2. ADECUACION DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Como se mencionó en uno de los capítulos anteriores, este banco se encontraba en mal estado debido a la falta de algunos elementos importantes para su funcionamiento.

Para poner en funcionamiento el banco fue necesario desarmarlo completamente y revisar cada una de sus partes.

En el mantenimiento realizado se revisaron los rodamientos y hubo la necesidad de reemplazar dos de ellos que se encontraban dañados y aplicarles aceite a los demás. Además se realizaron algunas modificaciones a la estructura para facilitar el ensamblaje de las partes, para lo cual se recurrió al corte y soldadura. Hubo la necesidad de utilizar soldadura especial en el tambor de elevación ya que este es de hierro fundido.

Además se mecanizó el acople que une el motor con el reductor, y se hizo una estructura para nivelar el motor, con lo cual se facilitó la alineación entre los ejes y su montaje.

Dado que este banco carecía de motor, fue necesario comprar uno nuevo según las especificaciones del diseño de la banda transportadora.

Después de haber realizado el mantenimiento y la reparación de los elementos, se procedió a lijar, pintar y ensamblar el equipo.

4.3. ADECUACION DEL ELEVADOR DE CANGILONES

Las actividades que se realizaron en este banco se basaron en el mantenimiento general de los elementos constitutivos del equipo, para lo cual fue necesario realizar un despiece total.

Uno de los factores que mas influye en el buen funcionamiento de este equipo son los sistemas para tensionar las bandas, por lo cual se realizaron varias pruebas para verificar que no se presentaba deslizamiento al momento de cargar los cangilones. Otro aspecto a tener en cuenta es la buena lubricación en los soportes de los tambores.

Debido al deterioro de las ventanas de inspección utilizadas para observar el transporte de los cangilones, fue necesario cambiarlas en su totalidad con el fin de que presten adecuadamente su función.

En el montaje se presentaron algunos inconvenientes debido a que en el diseño y la construcción de esta maquina no se tuvieron en cuenta la facilidad y la flexibilidad del ensamblaje.

Como medida de mantenimiento para evitar el rápido deterioro de la estructura se utilizo pintura anticorrosiva y una capa superior de pintura sintética.

4.4. ADECUACION DEL TORNILLO SIN FIN

A partir de la inspección preliminar que se había realizado se optó por desmontar el tornillo para corregir el contacto que éste tenía con el canal de la estructura, para lo cual fue necesario revisar las chumaceras y reemplazar una de ellas y realizar mantenimiento a la otra, con estas reparaciones se consiguió disminuir el juego que existía en el tornillo.

Además fue necesario instalar la polea conductora de la transmisión, ya que esta hacía falta, para lo cual se tuvo que mecanizar el diámetro interno de la polea ya que el diámetro del eje no era estandarizado.

Después de haber realizado el montaje de todas las partes, se realizaron varias pruebas de funcionamiento en las cuales se observó que existía un contacto mínimo entre el tornillo y la estructura. Se descubrieron las zonas donde había contacto mediante marcación con tiza y luego se realizó un pequeño desbaste en las hélices del tornillo donde ocurría el contacto.

4.5. ADECUACION DE LA ZARANDA

Debido a que este banco se encontraba en buenas condiciones de funcionamiento no hubo necesidad de cambiar, ni reparar ninguna de sus partes.

Las actividades de mantenimiento que se realizaron fueron las siguientes:

- Inspección general del motor eléctrico y sus conexiones y engrases de sus cojinetes.
- Revisión de la transmisión por correas.
- Revisión del funcionamiento de la rueda excéntrica.
- Engrase de los rodamientos y chumaceras.
- Revisión y ajuste de tornillos.
- Limpieza y pintado general.

4.6. ADECUACION DEL SISTEMA EMBRAGUE ELECTROMANETICO

Debido a que no existe ningún control sobre los equipos existentes en el laboratorio y sobre las personas que ingresan a él, de la parte del circuito eléctrico fueron sustraídos algunos dispositivos. Por eso fue necesaria la asesoría de un ingeniero eléctrico para reponer e instalar los elementos faltantes.

Basados en la información recopilada y con la ayuda del ingeniero eléctrico se realizaron pruebas con el fin de obtener datos suficientes para saber el tipo de señales que manejan y así saber cual era el display que había que adquirir. Se probaron varios dispositivos sin obtener resultados positivos.

4.7. ADECUACION DEL BANCO DE FRENOS HIDRAULICOS

En la inspección realizada se encontraron problemas con la bomba de vacío, la cual no estaba funcionando, por lo cual fue necesaria someterla a mantenimiento, para dejarla en condiciones satisfactoria de operación.

Ya instalada la bomba de vacío y conectados todos los elementos del banco, se encontró mal funcionamiento en los elementos simuladores de las llantas y sus respectivos frenos, presentando un roce que no permitía la adecuada rotación de los elementos. Para la corrección de este problema se prosiguió a desmontar los elementos, realizarles mantenimiento a las partes móviles y ensamblarlos teniendo en cuenta una buena alineación. Además se tuvo que graduar y ajustar las zapatas y pastillas de los frenos para ubicarlas a una distancia que no interfiriera con la libre rotación de los otros elementos y que realizaran la acción de frenado eficientemente.

Se tuvo que realizar alineación de las poleas, ya que su mala ubicación estaba afectando las correas.

5. DISEÑO DE LAS PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS

Con el objetivo de complementar las clases magistrales del área de diseño de maquinas y de brindarles una herramienta útil para la comprensión y entendimiento de los conceptos expuestos en los laboratorios se diseñan las practicas que describiremos posteriormente en este capitulo. Estas prácticas se diseñaron con base a las experiencias de cursos pasados.

Para realizar las prácticas, los estudiantes deberán formar grupos de 5 integrantes, ellos deben cumplir con las actividades propuestas en el manual del laboratorio.

Antes de iniciar las prácticas el auxiliar realizara dos preguntas a cada uno de los grupos, con el fin de verificar la lectura de las guías y la información relacionada con las prácticas. Dependiendo de la claridad de las respuestas el auxiliar determinara si el grupo tiene los conocimientos previos necesarios para la realización de las prácticas.

En caso de que halla deficiencia en la preparación previa del tema, el grupo no podrá realizar la practica y deberá presentar un trabajo investigativo relacionado con ésta y realizar la correspondiente practica antes de presentarse a la siguiente sesión del laboratorio, acordando una fecha previamente con el auxiliar para su realización.

En el momento que los grupos se encuentren en sus respectivos bancos se les entregará una lista con los respectivos elementos que necesitan para el desarrollo de la experiencia.

Al momento de salir los estudiantes se verificará la entrega de los elementos utilizados y su buen estado.

La no realización de dos de las prácticas en las fechas programadas del laboratorio conllevará su pérdida.

Para la evaluación del laboratorio se deberá entregar el formato de resultado totalmente diligenciado antes de salir del laboratorio.

Después de haber realizado las seis prácticas se llevará a cabo un examen teórico que abarque la temática de todos los laboratorios, haciendo énfasis en el análisis de los resultados.

La persona encargada del laboratorio resolverá las dudas cuando no se tenga la suficiente claridad de las actividades a desarrollar. El supervisorá el trabajo de los grupos y colaborará en los problemas que aparezcan en el desarrollo de la práctica.

La calificación del laboratorio se realizará de la siguiente manera:

Asistencia a las prácticas	obligatoria
Preguntas previas	10%
Desempeño en las prácticas	30%
Informe (formato resultado)	30%
Examen final	30%

5.1. CONTENIDO DE LAS PRÁCTICAS

El laboratorio de diseño de maquinas es complemento de la asignatura, las prácticas que se implementaron hacen énfasis a temas específicos. El laboratorio se realizara de acuerdo al desarrollo de la materia, de acuerdo a esto las prácticas a realizar serian las siguientes:

1. Sistema transportador de banda
2. Sistema transportador de cangilones
3. Transportador de tornillo sin fin
4. Transportador de zaranda
5. Sistema de embrague electromagnético
6. Sistema de frenos de accionamiento hidráulico.

El desarrollo de cada sesión del laboratorio tendrá la siguiente duración:

- | | |
|-------------------------|-------------|
| • Preguntas previas | 15 min. |
| • Entregas elementos | 10 min. |
| • Imprevistos | 5 min. |
| • Desarrollo practica | 40 min. |
| • Cálculos y resultados | 20 min. |
| Duración total | 1:30 horas. |

Para permitir la adecuada preparación de las prácticas éstas se desarrollan cada 15 días, invirtiendo para la realización total del laboratorio doce de las dieciséis semanas previstas para el semestre.

La rotación de las prácticas quedara a cargo del auxiliar, quien será el encargado de coordinar el orden de los grupos.

El manual del laboratorio se estructuro de una manera que permita al estudiante obtener un completo aprovechamiento de cada una de las pruebas. La estructura general de este manual se muestra en la figura 25. y se describe a continuación en los siguientes numerales.

5.1.1. Encabezado del manual de laboratorio para las prácticas

La parte superior de ese documento contiene el nombre de la universidad, el de la escuela y el nombre del laboratorio. Además se incluye la numeración de la prueba.

5.1.2. Título

Nombre que recibe cada prueba, sirve para que el estudiante se haga una idea de lo que se va a tratar en el laboratorio.

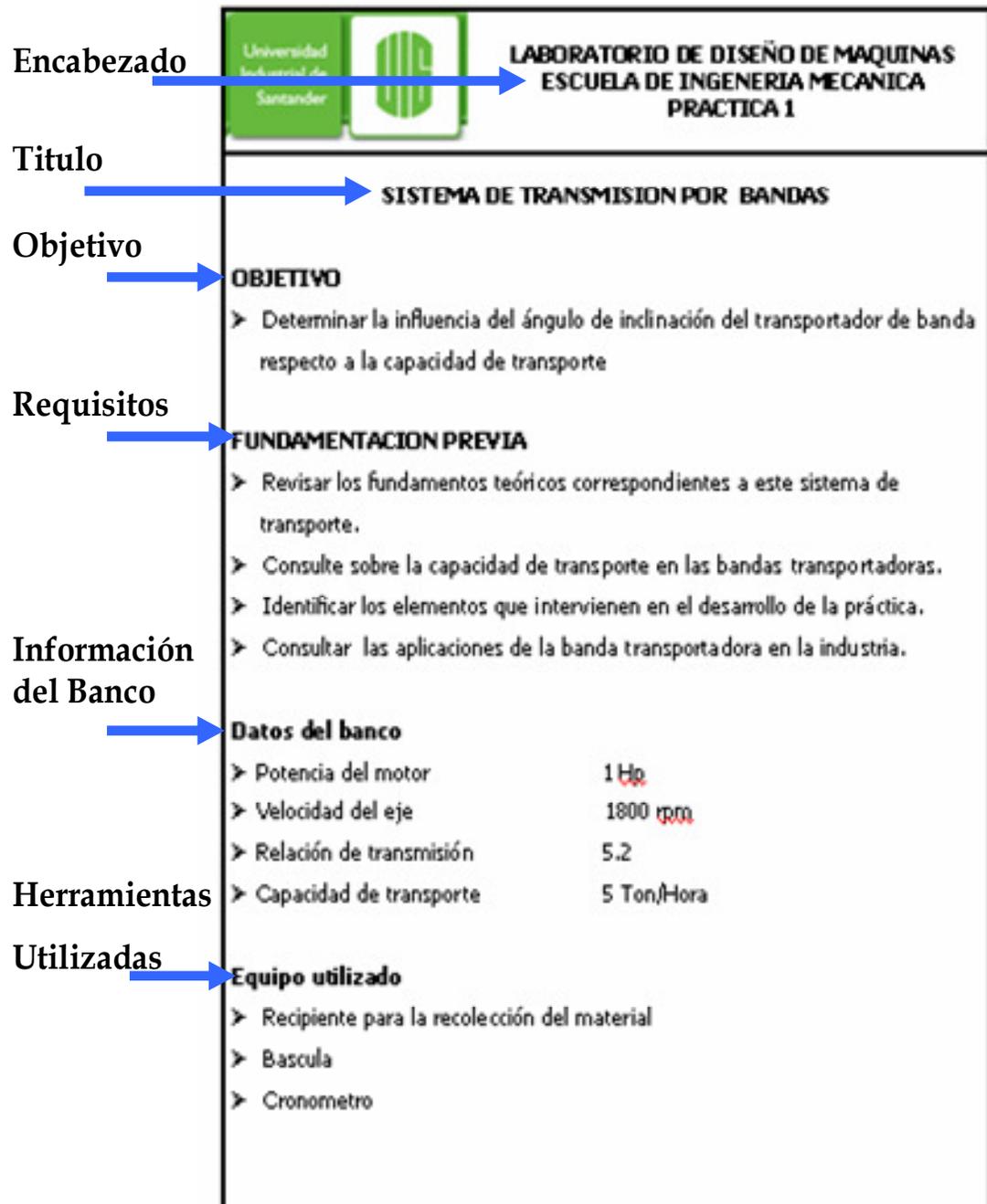
5.1.3. Objetivos

Definen las actividades que se deben realizar en el desarrollo de la práctica.

5.1.4. Fundamentación previa al laboratorio

Este tópico establece los conocimientos que debe tener el estudiante antes de iniciar cada práctica.

Figura 39. Modelo del manual de laboratorio.



Puntos
desarrollo
prácticas

Procedimiento

1. Situar el transportador de banda en posición horizontal.
2. Verificar que el transportador de banda tenga una carga tal que forme una capa considerable de material sobre la banda del transportador.
3. Recolectar el material por un tiempo determinado.
4. Pesar la muestra.
5. Inclinar el transportador a un punto tal que se pueda observar el deslizamiento del material.
6. Recolectar el material deslizado en un tiempo adecuado para la recolección (material de pérdidas).
7. Anotar el valor que indica el patín del paral basculante sobre la cinta métrica.
8. Pesar la muestra y retomarla al circuito.
9. Repetir el procedimiento 3 veces.

Evaluación

Actividades a desarrollar

1. Realice una tabla que contenga el ángulo de inclinación de la banda, el peso recolectado y el tiempo de recolección.
2. De acuerdo a los datos tomados halle los valores para la capacidad de transporte, coeficiente de pérdidas de capacidad y el ángulo de inclinación del transportador, para cada una de las muestras tomadas.
3. Presente una tabla donde muestre los resultados.
4. Basados en la banda utilizada en el laboratorio buscar las tablas que el fabricante nos brinda para describir las características y el comportamiento de este elemento. Comparar el coeficiente K para bandas inclinadas que se obtuvo con el que recomienda el fabricante.

Bibliografía

BIBLIOGRAFIA

5.1.5. Datos del banco

Se describen las características más significativas de los elementos que se utilizarán en el desarrollo de la práctica. Estos datos son utilizados para resolver las actividades propuestas.

5.1.6. Equipo utilizado

Se describen los componentes que el estudiante debe utilizar para desarrollar la práctica correspondiente.

5.1.7. Procedimiento

Contiene las instrucciones necesarias para desarrollar de manera correcta las prácticas.

5.1.8. Actividades a desarrollar

En este ítem se proponen una serie de actividades para que el estudiante refuerce los conocimientos adquiridos en el laboratorio.

5.1.9. Bibliografía

En este apartado se dan las referencias de los libros, tesis y páginas de Internet donde se puede obtener información sobre los temas tratados en las prácticas.

6. DISEÑO DEL SOFTWARE

El software desarrollado es una herramienta que le permite al estudiante aprender de forma sencilla y clara los conceptos que se verificarán en el desarrollo de las practicas del Laboratorio de Diseño de Maquinas. Por eso es importante tener en cuenta ciertas características que debe cumplir nuestra herramienta computacional. Debe ser fácil de manejar, interactivo, controlado por el usuario, los gráficos y textos deben ser atractivos al usuario, amigable, debe contener instrucciones claras y dirigidas.

Los requisitos necesarios del usuario para poder iniciar una interacción con esta herramienta educativa son:

- El estudiante requiere haber cursado mínimo 4 semestres de Ingeniería Mecánica.
- Debe tener nociones básicas en el manejo de computadores.

Para el desarrollo de esta aplicación se utilizo el programa Flash MX 2004, el cual es sencillo de usar, permite realizar diseños de alta calidad, puede trabajar con archivos importados (extraídos de otros programas y con otros formatos), permite agregar sonidos, sus imágenes son livianas, fáciles de animar, puede incluir un alto grado de interactividad. Los gráficos y animaciones creados con Flash son mucho más pequeños que los formatos tradicionales porque utilizan vectores en vez de mapas de bits. (Los mapas de bits contienen instrucciones que dividen el gráfico en puntos e indican al ordenador qué se debe hacer con cada uno de estos puntos, en cambio los

vectores contienen las instrucciones que son una especie de fórmulas para dibujar líneas y sus coordenadas).

Para poder utilizar el tutorial, se necesita tener instalado el Flash Player cuyos requerimientos son: procesador 450 MHz o superior y una memoria 128MB de RAM.

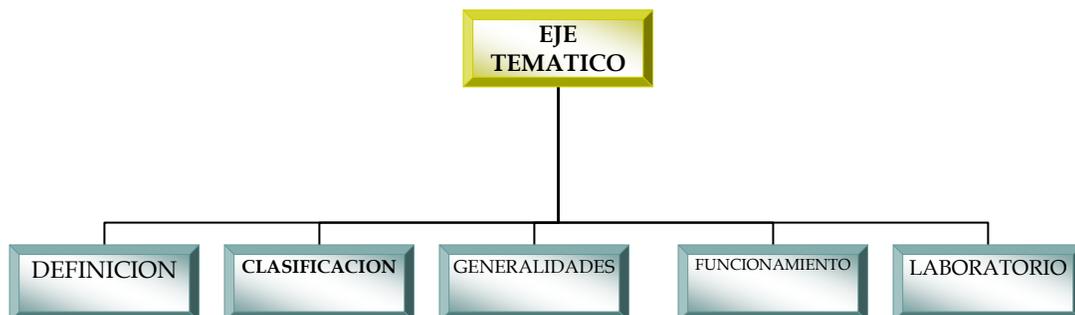
El contenido de este material se menciona en la siguiente tabla:

Tabla 22. Ejes temáticos del tutorial

EJES TEMATICOS DEL TUTORIAL
Bandas transportadoras
Transportador de cangilones
Torillo sin fin
Transportador de zaranda
Embragues y Frenos
Embragues hidráulicos

La estructura general del software se observa en la siguiente figura:

Figura 41. Estructura general del software



DEFINICION

Su finalidad es familiarizar al estudiante con el tema planteado. En el se describen los conceptos y las características básicas para el estudio del tema planteado.

CLASIFICACION

Por medio de este ítem se pretende ordenar el tema expuesto, de acuerdo a una serie de características y parámetros.

GENERALIDADES

Tiene como finalidad mostrar y describir los factores que se deben tener en cuenta al realizar cada una de las prácticas del laboratorio.

FUNCIONAMIENTO

Su objetivo es describir el principio de funcionamiento de cada laboratorio. Además sirve como una guía para el correcto funcionamiento del banco.

LABORATORIO

Plantea una serie de actividades a realizar en cada práctica. Nos muestra los objetivos de la práctica, la fundamentación previa, los procedimientos y las actividades a desarrollar.

6.1. DISEÑO DE LA INTERFASE GRAFICA

Para diseñar una interfase que fuera llamativa al usuario, fue necesario desarrollar un modelo previo en CorelDraw. En la figura 42 se muestra la idea generada para la introducción al tutorial.

Figura 42. Prototipo de la interfase grafica.



De acuerdo a la estructura lógica del programa, esta se inicia con una introducción al programa donde aparece el nombre de la Universidad, la Escuela y del Laboratorio. A demás aparece una breve descripción de los objetivos y la finalidad del proyecto. El software se inicia haciendo clic sobre la pantalla en el botón menú.

En la pantalla principal se pueden identificar dos barras. Una barra vertical que nos muestra cada uno de los laboratorios. Y una barra horizontal superior que nos muestra temas específicos de cada laboratorio.

Figura 43. Barra de los laboratorios.

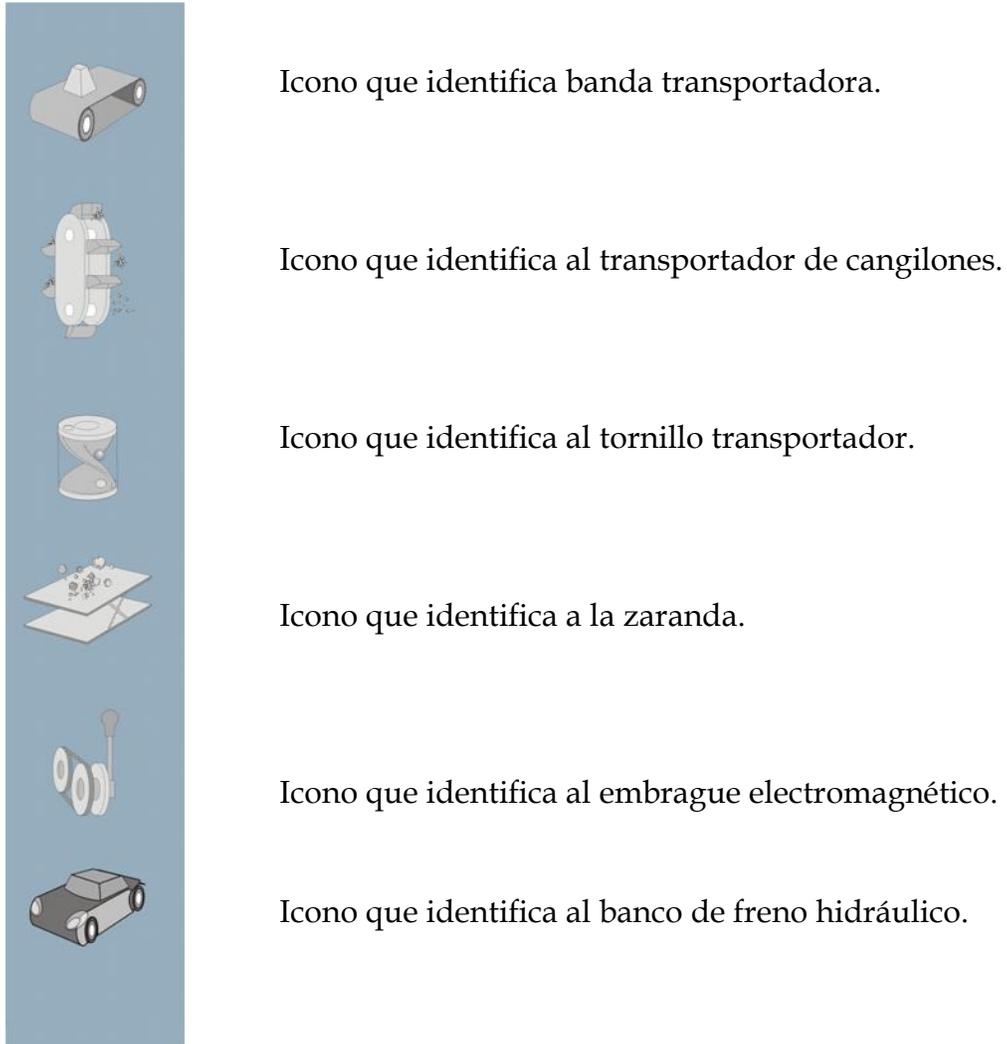


Figura 44. Barra del contenido de cada laboratorio.



El entorno gráfico del software para el laboratorio de diseño de máquinas se basa en el uso de ventanas interactivas, que permiten que el usuario pueda navegar a través de todos los temas expuestos en el software. Esta

información esta organizada por módulos diseñados con una interfaz grafica permitiéndole al usuario interactuar de una manera fácil con el programa.

La pantalla general del programa presenta un diseño basado en barras como se muestra en la figura 45.

Figura 45. Pantalla general del software.



CONCLUSIONES

- Con la elaboración de este trabajo de grado, se considera haber cumplido con todos los objetivos propuesto al comienzo de este proyecto.

- El desarrollo de este trabajo de grado arrojó los siguientes resultados:
 1. Equipos utilizados en el laboratorio en buenas condiciones de operación.
 2. Manuales de prácticas para los estudiantes del área de diseño de máquinas.
 3. La documentación necesaria para desarrollar los temas a tratar en el laboratorio.
 4. Software educativo para el desarrollo de las prácticas a desarrollar en laboratorio de diseño de máquinas.

- Se recuperó una infraestructura importante que poseía la Escuela de Ingeniería Mecánica, brindándole una oportunidad a los estudiantes de poder tener mayor contacto con la parte técnica y práctica de la carrera. Para obtener buenos resultados en el manejo del laboratorio es necesario seguir las recomendaciones dadas en este documento.

- El manual de prácticas se estructuró en base a los elementos y bancos que en la actualidad conforman el laboratorio. Este es un texto guía para el desarrollo de las prácticas que se han de realizar.
- Se creó un software educativo que permite que los estudiantes fortalezcan y mejoren la comprensión de los conceptos que se tratan en el laboratorio y así podrá hacer un mejor uso de este.
- Este proceso de mejoramiento emprendido con el Laboratorio de Diseño de Maquinas de la Escuela de Ingeniería Mecánica, necesitó de una planeación efectiva y suficiencia de recursos económicos, obteniendo como resultado unas mejores condiciones para el aprendizaje en el laboratorio.

RECOMENDACIONES

- El laboratorio de diseño de maquinas cumple con las condiciones necesarias para comenzar a funcionar. Sin embargo es necesario contar con un espacio definido para este.
- Los manuales del laboratorio se dejan en un formato electrónico que permite editar y adjuntar información, si es necesario.
- Cuando se incluyan nuevos bancos en el laboratorio, es necesario que se adjunte las prácticas al manual del laboratorio.
- El desarrollo de las prácticas deben realizarse bajo la supervisión de un auxiliar, con el fin de que se realicen de una manera correcta.
- El software esta sujeto a ediciones, que permitan hacer cambios y actualizaciones que sirvan para obtener un mejoramiento de este.

BIBLIOGRAFIA

- CEMA, CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURES ASSOCIATION, Belt conveyor for materials, third edition, published by the conveyor equipment manufactures association 1998 USA.

- Banco de transporte neumático y vibratorio. Tesis de grado 1982 2712M

- Diseño y construcción de un prototipo para transporte múltiple como equipo de pruebas de Diseño de Maquinas III. Tesis de Grado 1985 3108M.

- Sistemas de frenos. Montaje y adecuación de un banco demostrativo del sistema de frenos de accionamiento hidráulico. Tesis de grado 1998 7716M, tomo I y II.

- Diseño y construcción de un freno embrague electromagnético 1996 06607M

- CARRILLO ESTUPIÑAN, Nelson. COTE NAVAS, Nelson. Medio educativo multimedia para el estudio de las bandas transportadoras. Tesis de grado 2003, 12054M.

- CASTELLANOS FUENTAS, Fernando. Análisis de diseño de un sistema de alimentación alterna a las bandas cv-29 y cv-168 del complejo de Cerromatoso S.A. Tesis de grado 2002, 11726M.

ANEXOS

ANEXO A.
MANUAL DEL LABORATORIO

**MANUAL DE LABORATORIO PARA EL LABORATORIO DE
DISEÑO DE MAQUINAS**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2006



SISTEMA DE TRANSMISION POR BANDAS

OBJETIVO

- Determinar la influencia del ángulo de inclinación del transportador de banda respecto a la capacidad de transporte

FUNDAMENTACION PREVIA

- Revisar los fundamentos teóricos correspondientes a este sistema de transporte.
- Consulte sobre la capacidad de transporte en las bandas transportadoras.
- Identificar los elementos que intervienen en el desarrollo de la práctica.
- Consultar las aplicaciones de la banda transportadora en la industria.

Datos del banco

- Potencia del motor 1 Hp
- Velocidad del eje 1800 rpm
- Relación de transmisión 5.2
- Capacidad de transporte 5 Ton/Hora

Equipo utilizado

- Recipiente para la recolección del material
- Bascula
- Cronometro

Procedimiento

1. Situar el transportador de banda en posición horizontal.
2. Verificar que el transportador de banda tenga una carga tal que forme una capa considerable de material sobre la banda del transportador.
3. Recolectar el material por un tiempo determinado.
4. Pesar la muestra.
5. Inclinarse el transportador a un punto tal que se pueda observar el deslizamiento del material.
6. Recolectar el material deslizado en un tiempo adecuado para la recolección (material de pérdidas).
7. Pesar la muestra de material de pérdidas.
8. Inclinarse un ángulo determinado menor al ángulo de deslizamiento.
9. Recolectar el material por un tiempo determinado.
10. Pesar la muestra.
11. Repetir el procedimiento 3 veces.

Actividades a desarrollar

1. Consignar en la tabla los valores del peso recolectado y el tiempo de recolección.
2. De acuerdo a los datos tomados halle los valores para la capacidad de transporte, coeficiente de pérdidas de capacidad.
3. Llene la tabla donde muestre los resultados.

BIBLIOGRAFIA

- Manual del laboratorio.
- Diseño y construcción de un prototipo para transporte múltiple como equipo de pruebas de Diseño de Maquinas III. Tesis de Grado 1985 3108M.



SISTEMA DE TRANSMISION POR CANGILONES

OBJETIVO

- Determinar el valor de la capacidad de transporte del sistema de elevación por cangilones.

FUNDAMENTACION PREVIA

- Revisar los fundamentos teóricos correspondientes a este sistema de transporte.
- Consulte sobre la capacidad de transporte de los cangilones.
- Identificar los elementos que intervienen en el desarrollo de la práctica.
- Consultar las aplicaciones de los cangilones en la industria.

Datos del banco

- Motor $\frac{3}{4}$ HP
- Velocidad de giro 1750 RPM
- Diámetro del tambor motriz 40 cm.
- Numero de cangilones 18
- Volumen de un cangilon 0.62 dm^3
- Peso de un cangilon 0.5 Kg
- Paso entre cangilones 0.25 m

Equipo a utilizar

- Recipiente de recolección
- Bascula
- Cronometro

Procedimiento

1. Esperar a que el sistema alcance un estado estable.
2. Recolectar el material de descarga y tomar el tiempo de recolección.
3. Pesar el material recolectado.
4. Reintegrar el material recolectado al circuito.

Actividades a desarrollar

1. Consignar en la tabla los datos tomados en la práctica.
2. De acuerdo a los valores tomados halle el valor de la capacidad de transporte.
3. Llene la tabla con los resultados obtenidos.
4. Repita el procedimiento 5 veces

BIBLIOGRAFIA

- Manual del laboratorio.
- Diseño y construcción de un prototipo para transporte múltiple como equipo de pruebas de Diseño de Maquinas III. Tesis de Grado 1985 3108M.

En la siguiente tabla consigne los datos tomados en la practica:

MUESTRA	P(Kg)	Tiempo de recolección (seg.)

Consigne los resultados en la siguientes tablas:

Muestra	Q(Ton/Hora)

Conclusiones y Observaciones



TRANSMISION POR TORNILLO SIN FIN

OBJETIVO

- Determinar el porcentaje máximo de llenado que evite rotación del material.

FUNDAMENTACION PREVIA

- Revisar los fundamentos teóricos correspondientes a este sistema de transporte.
- Identificar los elementos que intervienen en el desarrollo de la práctica.
- Consultar las aplicaciones de la banda transportadora en la industria.

Datos del banco

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| ➤ Longitud del tornillo | 2.95 m |
| ➤ Potencia del Motor | 1 HP |
| ➤ Velocidad del eje motor | 1700 RPM |
| ➤ Relación de transmisión | 34 |
| ➤ Capacidad de transporte | 300 pies ³ /hora |
| ➤ diámetro del eje | 2.5 in |
| ➤ Diámetro de la hélice | 9 in |
| ➤ Paso de la hélice | 6 in |
| ➤ Peso aproximado | 700 Kg |

Equipo utilizado

- Recipiente para la recolección del material
- Bascula
- Cronometro

Procedimiento

1. Introducir el material al circuito de transporte y esperar que llegue a su estado estable.
2. Introducir un recipiente en el deslizadero de descarga para recolectar material en un tiempo determinado.
3. Pesar el material recolectado y tomar el tiempo de recolección.
4. Repetir varias veces este proceso haciendo observación visual en el transportador hasta que ocurra la rotación del material de transporte.

Actividades a desarrollar

1. Consigne en la tabla los datos tomados de la práctica.
2. Determine el porcentaje de llenado para cada uno de los datos tomados.
3. Llene la tabla con los resultados obtenidos.
4. Analice los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFIA

- Manual del laboratorio.

- Diseño y construcción de un prototipo para transporte múltiple como equipo de pruebas de Diseño de Maquinas III. Tesis de Grado 1985 3108M.

En la siguiente tabla consigne los datos tomados en la practica:

Muestra	P (Kg)	Tiempo de recolección
1		
2		
3		
4		
5		
6		

En la siguiente tabla muestre los resultados obtenidos:

Muestra	Q (Ton/Hora)	ϕ (%)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Conclusiones



SISTEMA DE TRANSMISION POR ZARANDA

OBJETIVO

- Determinar la velocidad y capacidad de transporte del material en el transportador de zaranda.

FUNDAMENTACION PREVIA

- Revisar los fundamentos teóricos correspondientes a este sistema de transporte.
- Consulte sobre el transporte por medio de sistemas vibratorios.
- Identificar los elementos que intervienen en el desarrollo de la práctica.
- Consultar las aplicaciones de la banda transportadora en la industria.

Datos del banco

- | | |
|---|--------------|
| ➤ Longitud del canal | 1.6m |
| ➤ Ancho del canal | 0.4m |
| ➤ Altura del canal | 0.1m |
| ➤ Ángulo de inclinación del canal | 0 Grados |
| ➤ Capacidad normal de transporte | 0.5 Ton/Hora |
| ➤ Coeficiente de fricción estático | 0.4 |
| ➤ Coeficiente de fricción dinámico | 0.3 |
| ➤ Altura máxima de capa de material | 30 – 50mm |
| ➤ Inclinación de la biela con la horizontal | 30 Grados |
| ➤ Radio de la biela | 10mm |

➤ Carrera de la bandeja	20mm
➤ Velocidad del eje del motor	900 rpm
➤ Potencia del motor	1.5 HP

Equipo utilizado

- Cronometro

Procedimiento

1. Comprobar que las bielas estén ajustadas correctamente (Para balancear el sistema adecuadamente).
2. Colocar una determinada cantidad de material en el extremo de la bandeja de transporte.
3. Medir la distancia que existe entre el material y el extremo de descarga de la bandeja.
4. Poner en funcionamiento el transportador vibratorio.
5. Cronometrar el tiempo que transcurre mientras el material recorre la distancia de transporte.
6. Repetir este procedimiento 5 veces.
7. Desbalancear el sistema vibratorio, para ello hay que desconectar la biela que une una de las carcasas de la excentricidad con el soporte del contrapeso.
8. Colocar la biela libre en el espacio que normalmente ocupa la biela. La biela libre es un elementó que aun cuando esta unido a la carcaza de la excentricidad, desliza libremente en el agujero del soporte del contrapeso.
9. Repetir los pasos del 2 al 5.
10. Repetir este procedimiento 5 veces.

Actividades a desarrollar

1. Consulte sobre el transporte por medio de sistemas vibratorios.
2. Realice una tabla con los valores que se obtuvieron con el sistema balanceado.
3. Halle la velocidad promedio del transporte del material con el sistema balanceado.
4. Realice una tabla con los valores que se obtuvieron con el sistema desbalanceado.
5. Halle la velocidad promedio del transporte del material con el sistema desbalanceado.
6. Analice los dos resultados obtenidos y saque sus propias conclusiones.

BIBLIOGRAFIA

- Manual del laboratorio
- Banco de transporte neumático y vibratorio. Tesis de grado 1982 2712M

Llene la siguiente tabla:

Muestra	Espacio (m)	P (Kg)	Tiempo (seg)
1	140		
2			
3			
4			
5			

Muestre los resultados en la siguiente tabla:

Muestra	Espacio (m)	Velocidad (m/s)	Q (Ton/Hora)
1	140		
2			
3			
4			
5			

Conclusiones



SISTEMA DE EMBRAGUE ELECTROMANETICO

OBJETIVO

- Determinar el torque real y el torque teórico ejercido por el embrague y el freno.

FUNDAMENTACION PREVIA

- Revisar los fundamentos teóricos correspondientes a este sistema de transporte.
- Investigue sobre como calcular el torque en embragues y frenos. Haga un breve resumen.
- Identificar los elementos que intervienen en el desarrollo de la práctica.
- Consultar las aplicaciones de la banda transportadora en la industria.

Datos del banco

- Velocidad del motor 1720 rpm.
- Diámetro de los ejes 15mm
- Material de los ejes Acero 1045.
- Diámetro de los discos 177.8mm
- Material de los discos Acero 1020
- Diámetro del acople de los discos 80mm
- Material del acople Acero 1045

Equipo utilizado

- Cronometro

Procedimiento

1. Encender el motor y los display del tiempo y el ángulo de desplazamiento por medio de sus respectivos swiches.
2. Esperar un tiempo mientras el motor alcanza su velocidad de régimen.
3. Mover el swiche para embragar y anotar el respectivo tiempo (milisegundos) y ángulo del display de visualización.
4. Esperar un tiempo prudente y mover el swiche para frenar y anotar los datos de frenado del display de visualización.
5. Repetir este procedimiento 5 veces.

Actividades a desarrollar

1. Haga una breve descripción de la maquina utilizada para la practica.
2. Realice una tabla con los valores obtenidos de la práctica.
3. Halle el torque real para el embrague y el freno.
4. Halle el torque teórico del embrague y el freno.
5. Tabule una tabla con los resultados obtenidos.
6. Analice los resultados obtenidos para cada elemento y saque sus propias conclusiones.

BIBLIOGRAFIA

- Manual del laboratorio
- Diseño y construcción de un freno embrague electromagnético.

Tesis 1996 06607M

Llene las siguientes tablas:

EMBRAGUE		
MUESTRA	TIEMPO (SEG)	ÁNGULO(GRADOS)
1		
2		
3		
4		
5		

FRENO		
MUESTRA	TIEMPO (SEG)	ÁNGULO(GRADOS)
1		
2		
3		
4		
5		

Muestre los resultados en las siguientes tablas:

EMBRAGUE		
MUESTRA	TORQUE TEORICO	TORQUE REAL
1		
2		
3		
4		

Conclusiones

ANEXO B.
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

RECOMENDACIONES GENERALES DE SEGURIDAD

- La mayoría de los accidentes son los resultados del descuido o de la negligencia.
- No poner a funcionar ningunos de los equipos sin antes tener claro los peligros a los que se puede exponer por una indebida manipulación.
- No poner a funcionar ningunos de los equipos, si el cable o enchufe están dañados o defectuosos.
- Verificar que la línea de voltaje donde se realiza la conexión eléctrica del equipo corresponda al voltaje indicado para el motor.
- Las conexiones eléctricas deben estar completamente aisladas y protegidas para evitar descargas en las personas.
- Desconectar siempre la maquina cuando no se este utilizando o cuando se estén realizando inspecciones de mantenimiento.
- Quien opere los equipos no deberá usar joyas, anillos, pulseras o elementos que faciliten atascamiento en las partes móviles de los bancos. Se recomienda el uso de ropa ajustada.
- Hay que tener especial cuidado con la correa del sistema de transmisión ya que fácilmente pueden ocurrir atrapamientos.

- Todos los productos de la transmisión de energía que rotan son potencialmente peligrosos.

ACCIDENTES EN LA OPERACIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA

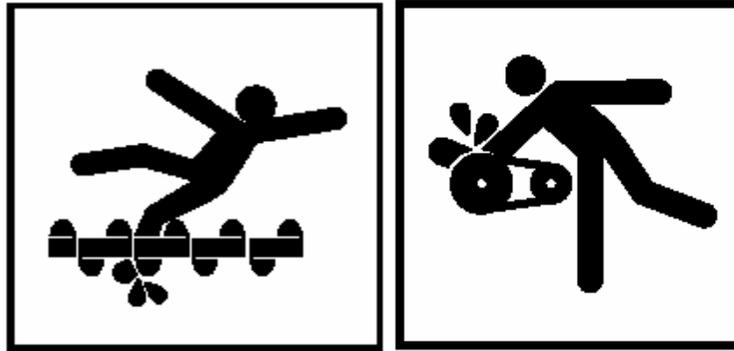
El accidente más frecuente que ocurre con este banco está relacionado con el enrollamiento o atrapamiento de ropa o partes del cuerpo en los cilindros o tambores. Generalmente se presentan cuando se quiere realizar remoción de material o limpieza de algún elemento o su manipulación.

Es evidente que estas operaciones de "limpieza" son muy peligrosas, puesto que se manipula generalmente en posturas incómodas y a pequeña distancia de las zonas de riesgo, por lo que al mínimo descuido o falso movimiento se produce el atrapamiento de las manos del operario.

Además se puede presentar inhalación de polvo dependiendo del material que se maneje, afectando las vías respiratorias.

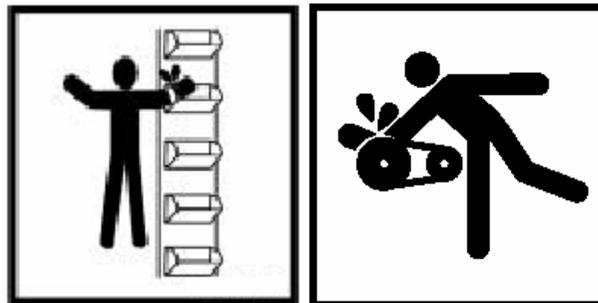
ACCIDENTES EN LA OPERACIÓN DEL TRANSPORTADOR SINFÍN

Este sistema es muy seguro, pero hay que tener especial cuidado y evitar el atrapamiento con el tornillo, ya que puede provocar lesiones serias y hasta la pérdida de miembros del cuerpo del operario. Este accidente se presenta por intentar manipular el tornillo cuando el equipo esta en funcionamiento.



Como se menciono anteriormente hay que tener mucho cuidado con el sistema de transmisión, ya que pueden ocurrir accidentes graves.

ACCIDENTES EN LA OPERACIÓN DEL ELEVADOR DE CANGILONES



Debido a su construcción, prácticamente hermético, este equipo es muy seguro, hay que tener especial cuidado con los elementos móviles. No ponga las manos, los pies o a cualquier parte del cuerpo o de la ropa en contacto con los cangilones o la correa y poleas de transmisión.

ANEXO C.
INSTRUCCIONES GENERALES DE MANTENIMIENTO

INSPECCIONES DE MANTENIMIENTO

Inspección programadas deben establecerse con el fin de asegurarse que el equipo este en buenas condiciones operativas todo el tiempo. Estas inspecciones regulares ayudarán a encontrar pequeñas averías o daños, etc., antes que se transformen en problemas serios y dañinos.

Hay que tener cuidado de realizar las inspecciones cuando los equipos están completamente inmóviles y fuera de funcionamiento.

OPERACIONES MANTENIMIENTO BANDA TRANSPORTADORA

La banda transportadora es el artículo más costoso asociado con el transportador. Por consiguiente, el mantenimiento de éste debe ser el mejor y será reducido al mínimo si el resto de los artículos se mantienen adecuadamente. La banda debe ser examinada periódicamente para ver si presenta rasgones o roturas.

El reductor de la velocidad montado en eje es lubricado por un depósito de aceite en la cubierta. Se debe tener en cuenta el cambio de aceite y la lubricación, porque demasiado aceite puede causar goteo y muy poco aceite puede causar recalentamiento o daño a las piezas internas.

El mantenimiento de los rodillos cargador y de retorno debe ser preocupación primordial ya que la falla de uno de éstos puede causar daño

irreversible a la banda transportadora. Un rodillo se puede gastar rápidamente formando un borde filoso que pueda cortar o rasgar la banda.

Para evitar la tensión demasiada alta se recomienda:

- Reducir la carga.
- Reducir la fricción con mejor mantenimiento y cambiando los rodillos gastados.
- Disminuir la tensión.
- Aumentar el arco de contacto de la banda con el rodillo conductor.

El estiramiento excesivo se evita de la siguiente manera:

- Tensionando de nuevo la banda, con una tensión necesaria para mover la banda vacía.
- Verificar la posición inicial del tensor
- Verificar si la longitud de desplazamiento máximo del tensor es correcta.

Otros factores que se deben tener en cuenta es el amontonamiento del materia, este se puede evitar mejorando la homogeneidad de la carga.

OPERACIONES MANTENIMIENTO ELEVADOR CANGILONES

1. Revise la banda para asegurarse que esta trabajando bien y en su posición, centradas sobre los tambores.
2. Inspeccione la banda y cangilones: Observe daños y la condición general de cada elemento.
3. Revise la tensión de la banda.
4. Inspeccione la correa de la transmisión. Cuando cambie la Banda en V debe hacerlo por una similar.
5. Revise reductor de velocidad, si tiene suficiente aceite y si hay indicios de filtración.
6. Revise chumaceras para ver si tienen suficiente lubricación y evidencia de sobrecalentamiento.
7. Revise las poleas y sus accesorios.

Para realizar las operaciones de mantenimiento se hace girar los cangilones sin carga. Asegurándose que la banda esta bien alineada y corriendo en el centro de los tambores superior e inferior. Si la banda no esta operando en el centro del cilindro, ajuste el tornillo tensor para que la banda se encarrile. Tiene que recordar que la banda buscara el lado alto de la polea.

Algunas veces se encuentra con la dificultad que la banda no se encarrila aún después de ajustar los tornillos. La banda puede tener la tendencia de trabajar más hacia un lado que del otro. Usualmente es una indicación que el elevador se ha salido fuera del plomo, o el eje de la cabeza no esta nivelado. Recuerde que el eje de la cabeza y el eje de la bota tienen que estar operando paralelamente entre ellos.

OPERACIONES MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR SINFIN

Es recomendado verificar el sistema de transporte de tornillo periódicamente por el excesivo desgaste y daños que sufren sus componentes. Es importante el chequeo del punto de alimentación y descarga, el estado de las chumaceras y el espesor superior del borde exterior del alabe.

Se debe girar manualmente el tornillo para chequear la alineación. Si ocurre pandeo, los acoples y chumaceras deberán ser alineados. Si la medida y el peso del sistema prohíben la torsión manual, se debe utilizar el motor, pero mientras se hace la inspección no va tener carga el sistema.

Mantener el alrededor del transportador limpio y libre de obstáculos para proporcionar un acceso fácil.

Establecer inspecciones periódicas rutinarias para asegurar el buen estado de las partes.

Mantener el nivel recomendado de aceite en el reductor. El calor producido y ruidos raros son indicios de mal funcionamiento. Lubricar periódicamente los rodamientos y todos los puntos sucesibles a desgaste por rozamiento.

No exceder la capacidad, densidad material o proporción de flujo para que la cual el transportador fue diseñado.

ANEXO D
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA